



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del RCM para mejorar la gestión de mantenimiento de la  
empresa Industrias del papel S.A, Chaclacayo, 2018.

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

#### **AUTOR**

Prado Machacuay, Nick Jimmy

#### **ASESOR**

Mg. Malca Hernández, Alexander David

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistema de gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
N° 210- 2018-II-UCV Lima Ate /EP I.I.-DPI

Ate, 7 de diciembre de 2018

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado con RESOLUCION DIRECTORAL N° 478-2018-II-UCV Lima Ate/EP I.I.-PI de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial acuerdan:

PRIMERO.-

Aprobar pase a publicación ( )  
Aprobar por unanimidad ( )  
Aprobar por mayoría (X)  
Desaprobar ( )

La tesis presentada por PRADO MACHACUAY, NICK JIMY, denominada:

APLICACIÓN DEL RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA  
INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A, CHACLACAYO, 2018.

SEGUNDO.- Al culminar la sustentación, el (la) estudiante PRADO MACHACUAY, NICK JIMY, obtuvo el siguiente calificativo:

| NUMERO | LETRAS | CONDICIÓN            |
|--------|--------|----------------------|
| 13     | TRECE  | Aprobado por mayoría |

Presidente (a): VIDAL RISCHMOLLER JULIO CÉSAR

Firma

Secretario: Mg. MALCA HERNANDEZ, ALEXANDER

Firma

Vocal: Mg. ALMONTE UCAÑAN, HERNAN

Firma



DIRE Miream Elizabeth Acuña Barrueto  
Coordinador de Escuela Profesional de Ingeniería Industrial  
UCV – Lima Ate

C.c: Archivo  
Escuela Profesional, Interesados, Archivo

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

### **DEDICATORIA**

En primer lugar este trabajo es dedicado a Dios por brindarme la oportunidad de existencia e iluminar siempre mi camino ante las adversidades. A mi madre, por su apoyo incondicional, por su cariño y su inmenso amor que me fortalece día a día. A mi padre, por guiarme con su sabiduría y actitud, y estar presente para recordarme sus buenos consejos. A mis hermanas y sobrinos que cambiaron mis días malos con sonrisas, con sus ocurrencias a cada momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por permitirme tener esta bonita experiencia universitaria y llegar hasta este momento. Gracias a mi familia por apoyarme y comprenderme en algunas circunstancias. Agradecer de igual forma a mi asesor Mg. Alexander Malca., por su apoyo y orientación durante la elaboración de este trabajo de investigación. A la empresa donde laboro por brindarme la oportunidad y acceso hacia la información para este proyecto. Y a la universidad César Vallejo por cumplir un buen servicio con buenos docentes.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Nick Jimy Prado Machacuay con D.N.I. N° 46303206, a fin de efectuar con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Escuela académica profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, declaro que toda la documentación que se presenta en esta investigación es confiable y autentica.

Por lo tanto, ocupo toda la responsabilidad que pueda corresponder ante cualquier falsedad que pueda presentar la investigación, así mismo me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de Diciembre de 2018.



**Nick Jimy Prado Machacuay**

**D.N.I.: 46303206**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento la siguiente tesis titulada “Aplicación del R.C.M para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, Chaclacayo - 2018”. Con el propósito de cumplir con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

En ese contexto, durante el proceso de la sustentación se estará observando los términos que me facultan poder demostrar el planteamiento de mi tesis considerando el gran esfuerzo durante su desarrollo. De esa manera espero cumplir con las expectativas y pongo a consideración el siguiente documento para su revisión y conseguir un resultado aprobatorio.

Autor

Nick Jimy Prado Machacuay

## INDICE

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS | II       |
| DEDICATORIA                       | III      |
| AGRADECIMIENTO                    | IV       |
| DECLARACION DE AUTENTICIDAD       | V        |
| PRESENTACION                      | VI       |
| INDICE                            | VII-XIII |
| GENERALIDADES                     | XIV      |
| RESUMEN                           | XV       |
| ABSTRACT                          | XVI      |

## I. INTRODUCCIÓN

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Realidad Problemática.....                                       | 18 |
| 1.2 Trabajos Previos .....   | 23 |
| 1.2.1 Contexto Nacional .....  | 23 |
| 1.2.2 Contexto Internacional .....                                   | 26 |
| 1.3 Marco Teórico .....  | 28 |
| 2.3.1 RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) .....         | 28 |
| 1.3.3 Filosofía del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad ..... | 30 |
| 1.3.4 Análisis del RCM .....   | 30 |
| 1.3.5 Aplicación del RCM en la industria .....                       | 31 |
| 1.3.5.1 Fases para el RCM.....                                       | 31 |
| 1.4 Diagnóstico y mejora de Confiabilidad en los equipos .....       | 35 |
| 1.4.1 Confiabilidad .....  | 35 |
| 1.4.2 Mantenibilidad.....  | 35 |
| 1.5 Gestión de Mantenimiento .....                                   | 36 |
| 1.5.1 Definición del Mantenimiento.....                              | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 1.5.2 Gestión de mantenimiento .....   | 37 |
| 1.5.2.1 Etapas dentro de la gestión de mantenimiento .....                             | 38 |
| 1.5.2.2 Principios básicos para las estrategias en la gestión de mantenimiento .....   | 39 |
| 1.6 Formulación del Problema .....   | 40 |
| 1.7 Justificación del estudio .....  | 40 |
| 1.7.1 Tecnológica .....  | 40 |
| 1.7.2 Económica .....  | 40 |
| 1.7.3 Institucional .....  | 40 |
| 1.7.4 Operativa .....  | 41 |
| 1.8 Hipótesis .....  | 41 |
| 1.9 Objetivos.....   | 41 |
| <b>II. MÉTODO</b>  |    |
| 2.1 Diseño de Investigación .....  | 43 |
| 2.2 Variables, Operacionalización.....   | 44 |
| 2.3 Población y muestra.....   | 45 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....     | 46 |
| 2.4.1 Técnica de recolección de datos .....  | 46 |
| 2.4.2 Instrumento de recolección de datos .....  | 46 |
| 2.4.3 Instrumento de medición .....  | 46 |
| 2.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento.....                                     | 47 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos .....   | 47 |
| 2.6 Aspectos éticos .....  | 47 |
| 2.7 Desarrollo de la propuesta .....   | 48 |
| 2.7.1 Descripción de la empresa.....   | 48 |
| 2.7.1.1 Descripción del proceso de producción.....                                     | 49 |
| 2.7.2 Situación actual .....   | 54 |
| 2.7.2.1 Variable Independiente: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) ..... | 55 |



|  |    |
|--|----|
| 2.7.2.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento .....                           | 57 |
| 2.7.2.3 Indicador de la gestión de mantenimiento actual .....                          | 59 |
| 2.7.2.4 Análisis económico antes .....   | 60 |
| 2.7.3 Desarrollo de la propuesta .....   | 61 |
| 2.7.4 Implementación de la propuesta .....   | 68 |
| 2.7.5 Propuesta de mejora .....  | 74 |
| 2.7.5.1 Variable Independiente: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) ..... | 74 |
| 2.7.5.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento .....                           | 76 |
| 2.7.5.3 Indicador de la Gestión de Mantenimiento mejorado .....                        | 78 |
| 2.7.5.4 Análisis económico después .....   | 79 |
| 2.7.5.5 Análisis comparativo económico antes y después .....                           | 79 |
| <b>III. RESULTADOS</b>   |    |
| 3.1 Análisis Descriptivo .....   | 81 |
| 3.2 Análisis Inferencial .....   | 83 |
| 3.2.1 Análisis de la hipótesis general .....   | 83 |
| 3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica .....                                | 85 |
| 3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica .....                                | 88 |
| <b>IV. Discusiones</b> .....   | 90 |
| <b>V. Conclusiones</b> .....   | 91 |
| <b>VI. Recomendaciones</b> .....   | 92 |
| <b>VII. Referencias bibliográficas</b> .....   | 93 |
| <b>VIII. ANEXOS</b> .....  | 96 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Resultados del diagnóstico de mantenimiento .....  | 19 |
| Tabla 2: Análisis de diagrama de Pareto de Auditoria de Mantenimiento .....   | 20 |
| Tabla 3: Horas paradas por mantenimiento no programado.....   | 22 |
| Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente.....  | 44 |
| Tabla 5: Operacionalización de Variable Dependiente .....   | 45 |
| Tabla 6: Análisis de tiempo promedio entre fallos - Antes .....   | 55 |
| Tabla 7: Análisis de tiempo promedio en reparación - Antes .....  | 56 |
| Tabla 8: Resumen Análisis de confiabilidad – Antes.....   | 56 |
| Tabla 9: Disponibilidad de máquina papelera MP3 - Antes.....  | 57 |
| Tabla 10: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado - Antes .....  | 58 |
| Tabla 11: Tendencia de la gestión de mantenimiento - Antes.....   | 59 |
| Tabla 12: Cálculo de pérdida de dinero por horas paradas.....   | 60 |
| Tabla 13: Análisis de tiempo promedio entre fallos - Después .....  | 74 |
| Tabla 14: Análisis de tiempo promedio en reparación - Después .....   | 75 |
| Tabla 15: Resumen Análisis de confiabilidad – Después.....  | 75 |
| Tabla 16: Disponibilidad de máquina papelera MP3 - Después.....   | 76 |
| Tabla 17: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Después .....  | 77 |
| Tabla 18: Tendencia de la gestión de mantenimiento - Después.....   | 78 |
| Tabla 19: Cálculo de dinero perdido por horas paradas .....   | 79 |
| Tabla 20: Resumen comparativo .....   | 79 |
| Tabla 21: Comparación de Disponibilidad, Índice de Mantenimiento programado y Gestión de mantenimiento Antes y Después..... | 81 |
| Tabla 22: Regla de decisión para la prueba Paramétrica – No Paramétrica .....   | 84 |
| Tabla 23: Prueba de Normalidad – Hipótesis general .....  | 84 |
| Tabla 24: Estadísticos descriptivos de la hipótesis general - (T-Student) .....   | 85 |
| Tabla 25: Prueba de Normalidad – Primera hipótesis específica .....   | 86 |
| Tabla 26: Estadísticos descriptivos de la primera hipótesis específica .....  | 86 |
| Tabla 27: Prueba de rangos con signos Wilcoxon.....   | 87 |
| Tabla 28: Estadísticos de prueba .....  | 87 |
| Tabla 29: Prueba de Normalidad – Segunda hipótesis específica .....   | 88 |
| Tabla 30: Estadísticos descriptivos de la segunda hipótesis específica.....   | 89 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1: Diagrama de Pareto de Auditoria de Mantenimiento .....                  | 20 |
| Gráfico 2: Diagrama de Pareto causas potenciales - Ejecución de mantenimiento..... | 21 |
| Gráfico 3: Resultado de la gestión de Mantenimiento Antes .....                    | 59 |
| Gráfico 4: Formato de orden de trabajo .....                                       | 61 |
| Gráfico 5: Formato de registro charla de inducción y capacitación .....            | 62 |
| Gráfico 6: Historial digital de equipos y/o máquina.....                           | 63 |
| Gráfico 7: Indicador de cumplimiento mensual por trabajador.....                   | 64 |
| Gráfico 8: Check list de mantenimiento predictivo.....                             | 64 |
| Gráfico 9: Hoja de información en Tromel de limpieza – Pulper n°2.....             | 65 |
| Gráfico 10: Hoja de información en Bomba de envío de pasta.....                    | 66 |
| Gráfico 11: Hoja de información de Rodillo superior SP2 .....                      | 66 |
| Gráfico 12: Árbol de decisión del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad.....  | 67 |
| Gráfico 13: Listado de equipos.....  | 69 |
| Gráfico 14: Diagrama de flujo mantenimiento preventivo.....                        | 70 |
| Gráfico 15: Programa maestro de mantenimiento.....                                 | 71 |
| Gráfico 16: Listado mensual de trabajos programados .....                          | 72 |
| Gráfico 17: Orden de trabajo programado ejecutado .....                            | 73 |
| Gráfico 18: Resultado de la gestión de Mantenimiento Después.....                  | 78 |
| Gráfico 19: Comparación de resultado antes y después .....                         | 82 |
| Gráfico 20: Comparación de resultado antes y después .....                         | 82 |
| Gráfico 21: Comparación de resultado antes y después .....                         | 83 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Aspectos de la Confiabilidad Operacional .....                           | 29 |
| Figura 2: Las cinco preguntas del RCM.....   | 30 |
| Figura 3: Hoja de información de confiabilidad de equipo .....                     | 34 |
| Figura 4: Variables de mantenimiento .....   | 35 |
| Figura 5: Diferencia entre mantenimiento correctivo y mantenimiento proactivo..... | 37 |
| Figura 6: Localización de la empresa .....   | 48 |
| Figura 7: Almacenamiento de materia prima .....                                    | 49 |
| Figura 8: Habilitación de materia prima hacia Hidropulper.....                     | 49 |
| Figura 9: Tina pulper, refinadores y depuradores.....                              | 50 |
| Figura 10: Inicio de mesa de formación .....                                       | 51 |
| Figura 11: Inicio de mesa de formación .....                                       | 51 |
| Figura 12: Cilindros secadores .....   | 52 |
| Figura 13: Cintas de papel etiquetadas y embaladas .....                           | 53 |
| Figura 14: Bobinas almacenadas para su despacho .....                              | 53 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1: Diagrama de Proceso de Actividades en la fabricación del Papel ..... | 96  |
| Anexo 2 Diagrama de flujo .....   | 97  |
| Anexo 3: Diagnóstico de Mantenimiento .....                                   | 98  |
| Anexo 4: Análisis de diagrama de Ishikawa.....                                | 102 |
| Anexo 5: Tabla de correlación .....   | 103 |
| Anexo 6: Plan de acción .....   | 104 |
| Anexo 7: Formato de reporte de eficiencia de supervisores de producción ..... | 105 |
| Anexo 8: Formato de avance de producción diario .....                         | 106 |
| Anexo 9: Matriz de Consistencia .....   | 107 |
| Anexo 10: Listado de equipos codificado y con criticidad .....                | 108 |
| Anexo 11: Programa de mantenimiento maestro .....                             | 113 |
| Anexo 12: Formatos de lubricación y monitoreo de equipos .....                | 121 |
| Anexo 13: Hoja de información del RCM .....                                   | 124 |
| Anexo 14: Acta de aprobación de originalidad de Tesis.....                    | 125 |
| Anexo 15: Turniting .....   | 126 |
| Anexo 16: Acta de aprobación de tesis .....                                   | 127 |
| Anexo 17: Autorización de publicación de Tesis .....                          | 128 |
| Anexo 18: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....  | 129 |

## **GENERALIDADES**

### **TÍTULO**

Aplicación del R.C.M para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, Chaclacayo - 2018.

### **AUTOR**

Prado Machacuay, Nick Jimmy

### **ASESOR DE TESIS**

Mg. Malca Hernández, Alexander David

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Tipo de investigación: Aplicada

Diseño de investigación: Pre - experimental

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva

### **LOCALIDAD**

Ñaña, Chaclacayo - Lima

### **DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Fecha de inicio: Setiembre 2018

Fecha de culminación: Diciembre 2018

## RESUMEN

En la presente investigación se logró definir una propuesta sobre la aplicación del análisis de confiabilidad para mejorar la gestión de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de la maquina papelera debido a evidenciarse que existían múltiples paros imprevistos a falta de una buena estructura de un programa de mantenimiento.

En el Capítulo I, se describe un estudio actual sobre la realidad problemática analizando sus causas con la ayuda de herramientas con el objetivo de atacar la causa raíz. En relación a la investigación se apoyan con trabajos previos nacionales e internacionales para poder contribuir con la investigación. Del mismo modo se describen las variables independiente y dependiente con sus respectivos indicadores de medición.

En el capítulo II, se detalla la población y muestra en el estudio con 20 semanas antes y después de la implementación recolectando datos de observación de fuente primaria como referencia, para la evaluación y aplicación de los indicadores planteados como: disponibilidad e índice de mantenimiento programado, y así poder medir por el producto de ambos el porcentaje de aceptación de la gestión de mantenimiento.

En cuanto al Capítulo III, se demuestran los resultados acertados al utilizar las herramientas del RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad): en el indicador de confiabilidad operacional se obtuvo un tiempo medio entre fallos de 29.46 horas/fallo y en el indicador de mantenibilidad un tiempo de reparación de 0.94 horas/reparación. De igual forma se aprueban los objetivos planteados con incrementar a 96.8% de disponibilidad, incrementar el índice de mantenimiento programado en 90.2%, y de esa forma obteniendo como resultado final mejorar la gestión de mantenimiento en 87.34%.

Dentro del análisis para estos resultados obtenidos es esencial la importancia que se debe brindar al programa de mantenimiento preventivo efectuado controles periódicos de los indicadores y las tendencias de cumplimiento para poder hacerlo sostenible el tiempo. Se tiene que destacar ante los resultados obtenidos que al incrementar la disponibilidad de máquina, incrementa también la cantidad de producción y por ende la productividad dentro de la empresa generando mayores utilidades.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, confiabilidad, disponibilidad, productividad.

## **ABSTARCT**

In the present investigation it was possible to define a proposal on the application of the reliability analysis to improve maintenance management, with the aim of increasing the availability of the paper machine due to evidence that there were multiple unforeseen strikes in the absence of a good structure of a maintenance program.

In Chapter I, a current study on the problematic reality is described analyzing its causes with the help of tools with the objective of attacking the root cause. In relation to the research, they are supported by previous national and international works in order to contribute with the research. In the same way, the independent and dependent variables are described with their respective measurement indicators.

In chapter II, the population is detailed and shown in the study with 20 weeks before and after the implementation, collecting observation data from a primary source as a reference, for the evaluation and application of the proposed indicators such as: availability and scheduled maintenance index , and thus be able to measure the percentage of acceptance of maintenance management by the product of both.

Regarding Chapter III, the correct results are demonstrated when using RCM (Reliability Centered Maintenance) tools: in the operational reliability indicator, an average time between failures of 29.46 hours / failure was obtained and in the maintainability indicator a Repair time of 0.94 hours / repair. Likewise, the proposed objectives are approved with an increase of 96.8% availability, increasing the scheduled maintenance index by 90.2%, and thus obtaining the final result to improve maintenance management by 87.34%.

In the analysis for these obtained results, it is essential the importance that should be given to the preventive maintenance program carried out periodic controls of indicators and compliance trends in order to make it sustainable over time. It is necessary to stand out from the results obtained that by increasing machine availability, it also increases the amount of production and therefore the productivity within the company, generating higher profits.

Key words: preventive maintenance, corrective maintenance, reliability, availability, productivity.



# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

En la actualidad debido a la evolución que ha surgido en la tecnología sobre los diferentes procesos de manufactura y la alta competitividad entre industrias, ha forzado a implementar mejores usos y estrategias en la mantención de los equipos. De acuerdo a ello, surgieron nuevas técnicas en la gestión de mantenimiento constituyendo así un camino adecuado para alcanzar una mejora en los equipos y maquinaria con el objetivo de alcanzar los más altos índices de disponibilidad y confiabilidad enfocándose directamente a la utilización de un mantenimiento preventivo programado con el fin de obtener mayor productividad y reducción de costos.

Dentro de la gestión de mantenimiento en el Perú, aplicada al sector papelerero presenta alguna particularidad debido a que se trata de un proceso en serie y continuo. Es por ello que en la empresa Industrias del Papel S.A, con más de 50 años en el mercado dedicada a la fabricación de papeles y cartones su proceso de producción empieza desde la molienda de la materia prima, preparación de pasta, refinado, almacenamiento en tinas, formación de hoja, prensado, secado y bobinado al final. (Ver anexo 1: Diagrama de proceso, anexo 2: Flujo de proceso). Por lo mencionado y debido a la complejidad se prioriza un mantenimiento más efectivo debido a que cualquier fallo en línea podría causar bajas directas en la productividad del sistema. A raíz de ello, es fundamental medir ratios cuantitativos dentro de la gestión de mantenimiento; tomando en cuenta como punto principal en que situación nos encontramos para llevar un mejor control, luego evaluar los indicadores y por ultimo mantenerlo sostenible para así servir de apoyo como área de servicio y lograr los objetivos trazados por la organización.

Actualmente la producción depende de una máquina papelera con proceso en serie o línea que opera las 24 horas distribuidos en 3 turnos rotativos de 08 horas incluidos los domingos y feriados de todo el año. Y debido a la alta demanda de pedidos de producción trae por consecuencia la poca disponibilidad de máquina para su mantenimiento preventivo.

De esa manera el mantenimiento correctivo se ha convertido en emergencias que ocurren a diario reparando los equipos y maquinaria una vez ocurrido la avería; generando paros imprevistos y tiempos muertos en la producción del papel. Asimismo, ésta resalta directamente con las elevadas horas paradas por mantenimiento reflejando baja disponibilidad y confiabilidad en la máquina.

Por otro lado la ausencia de un plan de mantenimiento programado no permite llevar registros históricos por las averías causadas, frecuencia de fallos y los tiempos de demora que sucede en cada imprevisto mecánico de emergencia. Existe poca o ninguna evidencia de mantenimiento; donde nos puedan brindar información exacta de cambio de repuestos o un historial de cada máquina o equipo, y este mal manejo de la información no está permitiendo lograr una buena gestión de mantenimiento.

Con respecto al mantenimiento predictivo no existe un sistema o planeamiento hacia los equipos; solo se cuenta con el personal que se encarga de la lubricación en planta y reporta según criterio y análisis hacia su jefe inmediato. En la actualidad el personal de mantenimiento asume todos los trabajos de planta y proyectos, trayendo como consecuencia excesiva recarga de trabajo y a su vez falta de compromiso en algunas ocasiones de urgencia.

De acuerdo a lo descrito y para obtener mayor información acerca de los problemas y sus causas que afectan a la gestión, se utilizó como antecedente un formato de una auditoría de mantenimiento donde se evaluaron distintos criterios relacionados al departamento con ayuda de los expertos en el área: el Ing. Luis Pariona Rupay, Jefe de Mantenimiento y el supervisor de mantenimiento mecánico, el Ing. Antonio Esteban Limaco.

Dentro de este diagnóstico de mantenimiento (ver anexo 3: Radar de mantenimiento) se van a evaluar cinco criterios (Organización, Administración, Personal, Supervisión y gestión y abastecimiento). Todos relacionados a la gestión de mantenimiento y con distintas preguntas donde el puntaje mínimo es 1 y el valor máximo 10 puntos. Luego se procederá con una suma de los puntajes obtenidos y se obtendrá los resultados en porcentaje de conformidad o cumplimiento según el cuestionario.

De acuerdo a la Tabla 1: Resultados del diagnóstico de mantenimiento, podemos constatar el puntaje obtenido de la siguiente manera: El criterio con menor puntaje fue la ejecución del mantenimiento con 48%, seguido por la supervisión y gestión de mantenimiento con 57% y por último la organización de mantenimiento con 59%.

**Tabla 1: Resultados del diagnóstico de mantenimiento**

| RADAR DE MANTENIMIENTO     |           |             |              |          |                |                |
|----------------------------|-----------|-------------|--------------|----------|----------------|----------------|
| CRITERIO % DE CUMPLIMIENTO | EJECUCIÓN | SUPERVISIÓN | ORGANIZACIÓN | PERSONAL | ABASTECIMIENTO | ADMINISTRACIÓN |
|                            | 48        | 57          | 59           | 60       | 62             | 63             |

*Fuente: elaboración propia*

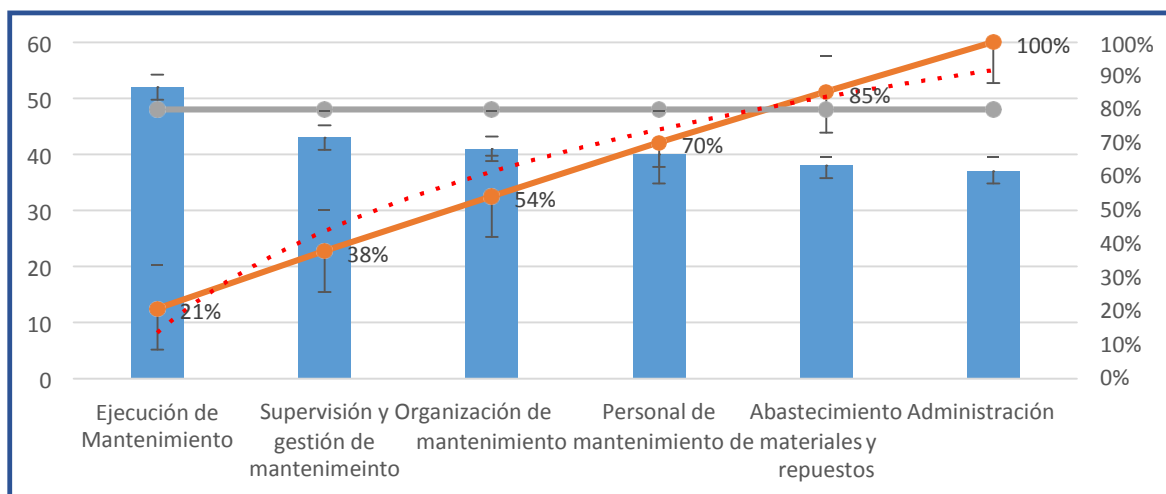
Para ello se procede a elaborar un análisis de Pareto: Tabla 2 y Gráfico 1 para poder jerarquizar y atacar las causas potenciales sobre la ejecución de mantenimiento.

**Tabla 2: Análisis de diagrama de Pareto de Auditoria de Mantenimiento**

| ANÁLISIS DE PARETO (DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO) |            |           |         |                   |
|---|------------|-----------|---------|-------------------|
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN                           | PUNTAJE    | ACUMULADO | % TOTAL | % TOTAL ACUMULADO |
| Ejecución de Mantenimiento                        | 52         | 52        | 20.7%   | 20.7%             |
| Supervisión y gestión de mantenimiento            | 43         | 95        | 17.1%   | 37.8%             |
| Organización de mantenimiento                     | 41         | 136       | 16.3%   | 54.2%             |
| Personal de mantenimiento                         | 40         | 176       | 15.9%   | 70.1%             |
| Abastecimiento de materiales y repuestos          | 38         | 214       | 15.1%   | 85.3%             |
| Administración                                    | 37         | 251       | 14.7%   | 100.0%            |
|   | <b>251</b> |           |         |                   |

*Fuente: elaboración propia*

**Gráfico 1: Diagrama de Pareto de Auditoria de Mantenimiento**



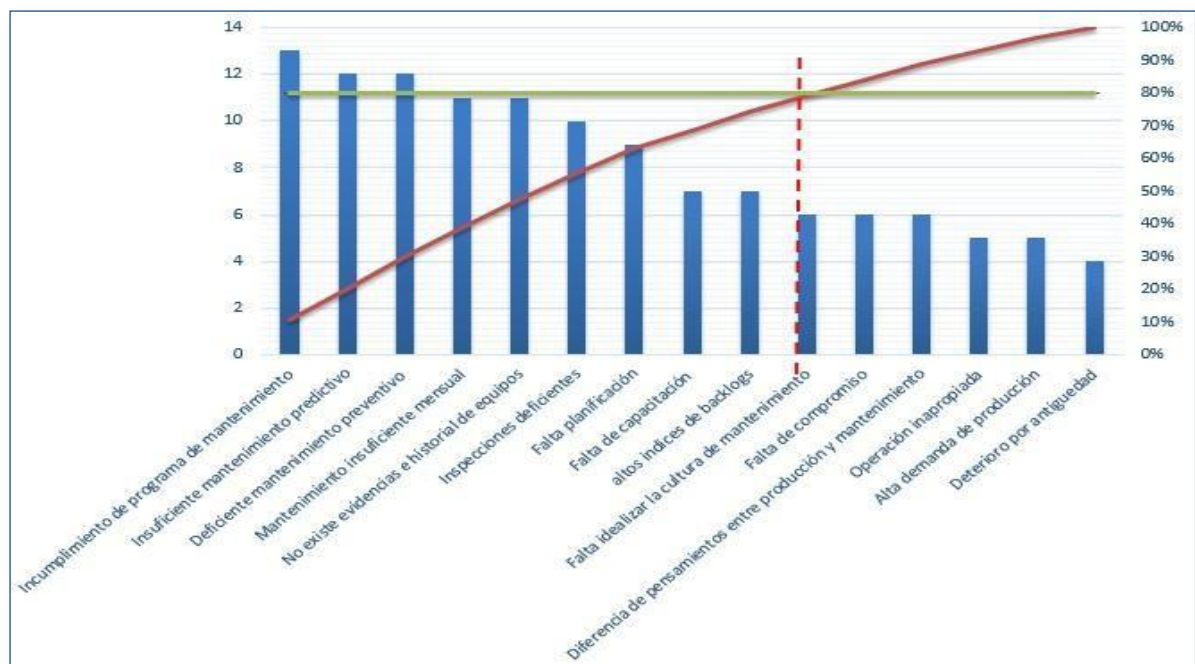
*Fuente: elaboración propia*

Interpretando el Diagrama de Pareto de la Auditoria de Mantenimiento podemos mencionar que atacando el 20 % de la causa principal; es decir la ejecución y gestión de mantenimiento, podemos solucionar el 80% de nuestros problemas.

Para poder obtener mejor información se procede a realizar un análisis de Ishikawa de la ejecución y gestión de mantenimiento (Ver anexo 4), utilizando 5 criterios (personal, máquina, entorno, mantenimiento y método). Luego se procede a elaborar una tabla de correlación (ver anexo 5) con ayuda de juicio y razón por parte de la jefatura de

mantenimiento ponderando con valores de 0 y 1 a los problemas significativos relacionados para realizar un resultado acumulado e identificar las más potenciales, con el fin de atacar las causas raíz y obtener mejores resultados con respecto a la disponibilidad de máquina. En el gráfico 2 se ve reflejados todos los valores obtenidos luego del análisis en la tabla de correlación, y con ayuda del Pareto podemos identificar los problemas de mayor magnitud dando como conclusiones: Incumplimiento de programa de mantenimiento, insuficiente mantenimiento predictivo, deficiente mantenimiento preventivo, falta de evidencias e historial de equipos.

**Gráfico 2: Diagrama de Pareto causas potenciales - Ejecución de mantenimiento**



*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los análisis realizados, se hace un estudio al indicador más representativo dentro de la gestión de mantenimiento llamado Disponibilidad de máquina.

Enseguida en la Tabla 3 se detalla las horas perdidas con un antecedente desde Enero hasta Diciembre del 2017, resaltando así, el alto índice que se obtuvieron con un promedio de 58.43 horas/mes, equivalente a 8.37% con respecto a las horas programadas para producir. No obstante se debe tener en cuenta que el objetivo de la organización es cumplir como mínimo  $\leq 3\%$  de horas paradas por mantenimiento no programado de acuerdo al total de horas programadas de producción mensual.

**Tabla 3: Horas paradas por mantenimiento no programado**

| <b>HORAS PERDIDAS POR MANTENIMIENTO - 2017</b> |  |                             |                         |
|--|--|-----------------------------|-------------------------|
| <b>PERIODO</b>                                 | <b>HORAS PROGRAMADAS PRODUCCIÓN -MES</b> | <b>HORAS DE FALLA - MES</b> | <b>% HORAS PERDIDAS</b> |
| <b>ENERO</b>                                   | 720                                      | 55,5                        | 7,71%                   |
| <b>FEBRERO</b>                                 | 672                                      | 61,95                       | 9,22%                   |
| <b>MARZO</b>                                   | 696                                      | 64,78                       | 9,31%                   |
| <b>ABRIL</b>                                   | 720                                      | 65,41                       | 9,08%                   |
| <b>MAYO</b>                                    | 720                                      | 63,1                        | 8,76%                   |
| <b>JUNIO</b>                                   | 696                                      | 54,4                        | 7,82%                   |
| <b>JULIO</b>                                   | 696                                      | 51,15                       | 7,35%                   |
| <b>AGOSTO</b>                                  | 720                                      | 64,32                       | 8,93%                   |
| <b>SEPTIEMBRE</b>                              | 576                                      | 46,05                       | 7,99%                   |
| <b>OCTUBRE</b>                                 | 672                                      | 61,42                       | 9,14%                   |
| <b>NOVIEMBRE</b>                               | 744                                      | 60,25                       | 8,10%                   |
| <b>DICIEMBRE</b>                               | 720                                      | 55,83                       | 7,75%                   |
| <b>PROMEDIO</b>                                | <b>696,00</b>                            | <b>58,68</b>                | <b>8,43%</b>            |

*Fuente: elaboración propia*

En consecuencia de lo anteriormente planteado, surge el interés de participar al departamento de mantenimiento en mejorar la gestión con el objetivo principal de reducir las horas paradas no programadas en un 35% equivalente a 20.54 horas/mes en un periodo de 5 meses post test, apoyando de esa manera a garantizar la máxima disponibilidad de máquina para llegar a los objetivos trazados por la empresa.

Por tanto, en el presente trabajo nos vamos a enfocar en la gestión del área de Mantenimiento complementado con un plan de acción (ver anexo 6), desarrollando como estrategia principal un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), basado en analizar los fallos potenciales que puede tener la instalación y utilizar todas sus herramientas como un sistema de control de mantenimiento preventivo y reduciendo el mantenimiento correctivo. Del mismo modo priorizando el buen análisis, inspecciones y categorías para elegir las mejores medidas preventivas a utilizar y llevar registro por reparaciones, una tendencia como historial de las máquinas y establecer una nueva perspectiva de mantenimiento dentro de la organización.

## **1.2 Trabajos Previos**

En referencia a este proyecto se cuenta con los siguientes antecedentes nacionales e internacionales que ayudarán a la propuesta de esta investigación.

### **1.2.1 Contexto Nacional**

Luis Cruz Ramos en su tesis “Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa textil WG SAC – Lima.” Para obtener el título profesional de Ingeniero mecánico electricista en la Universidad César Vallejo en el año 2016. Tiene como objetivos principales diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares, determinar el entorno actual de la gestión de mantenimiento, elaborar un diagnóstico, desarrollar un plan y utilizar las indicadores planteados en la investigación.

En sus principales problemas encontrados señala que solo existe el mantenimiento correctivo generado por averías inesperadas, la falta de mantenimiento preventivo en planta y la poca o casi nula capacitación al personal de mantenimiento está afectando directamente a la producción elevando los costos destinados para el área.

Para ello describe a la confiabilidad como herramienta o lo describe como la posibilidad de que un equipo efectúe la función a la cual fue asignada bajo diferentes contextos y en el momento que se necesite. Por otro lado se refiere a los indicadores de mantenimiento como un método de recopilación de datos dentro de un proceso, en el cual nos permitirá plantear metas como objetivo, precisar la eficiencia y eficacia para poder tomar decisiones de acuerdo a los resultados.

Dentro de su estudio fundamenta la importancia de la confiabilidad y disponibilidad que se debe tomar en cuenta dentro de una gestión de mantenimiento con la finalidad de reducir al mínimo las fallas imprevistas en las maquinas circulares, buscando la excelencia y por ende una reducción de costos por mantenimiento no programado.

En sus conclusiones después de la implementación demuestra que utilizando las herramientas de disponibilidad y confiabilidad se ha logrado mejorar cuantitativamente en porcentajes esperados apoyando de esa manera a conseguir los objetivos trazados para la organización.

Enrique Miguel Rivera Rubio en la investigación “Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial”, en el año 2011, desarrollada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Menciona que la realidad del sistema preventivo, es uno de los más graves problemas en nuestra industria, asimismo indica que los problemas en mantenimiento nos presenta en realidad una oportunidad de mejora si entendemos las bases del cómo debe ejecutarse una Gestión Integral de Mantenimiento. La productividad integral dentro del departamento de Mantenimiento, debe mejorarse mediante una forma de trabajo más avanzada, proactiva y planificada evitando mantenimientos inútiles con gastos excesivos.

De ese modo se puede concluir que con la técnica de confiabilidad en los equipos se propone alcanzar resultados medibles que gratifiquen y motiven, tanto al mismo equipo de trabajo como a la propia dirección.

Del estudio se tomará como aporte la metodología para implementar la técnica de confiabilidad en los equipos, con el fin de conseguir su máxima efectividad; reduciendo sus costes de mantenimiento y aumentando su efectividad en el momento de funcionamiento de cada equipo.

Esnider Vargas Yupanqui en su investigación de tesis “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de repujado de la empresa Industrias FAMY EIRL, Los Olivos, 2017.” para obtener el título profesional de Ingeniero industrial en la Universidad César Vallejo en el año 2017. Señala en sus objetivos: determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad, de qué manera mejora la eficacia y eficiencia del área de repujado en la empresa. Para ello se realiza un análisis de problemas diagnosticando la baja disponibilidad del equipo por la falta de programación de mantenimiento preventivo, el incremento de fallas frecuentes por mantenimiento correctivo y la falta de estándares de calidad y seguridad dentro del lugar de trabajo.

Ante lo mencionado se toma la iniciativa por indicaciones de la jefatura de mantenimiento aplicar el mantenimiento productivo total con la finalidad de mejorar la productividad y obtener mejores resultados. Para ello describe los pilares del TPM y los 5's como herramientas principales para la investigación generando data e indicadores de medición cuantitativa al área de mantenimiento como eficiencia y eficacia.

Dentro las conclusiones podemos mencionar que aplicando el mantenimiento productivo total mejora la productividad, la eficiencia y la eficacia.



Miguel Ángel Rodríguez del Águila en el 2012, realizó la tesis “Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca”, desarrollado en la Universidad Privada del Norte. Donde plantea como problemática que la tecnología en avance, muchas veces no va acompañado por las actividades de apoyo con la gestión de mantenimiento. Además menciona que debe ser manejado de manera cuidadosa y como una estrategia clara con el fin de evitar paradas imprevistas, accidentes, problemas ecológicos, etc. De ese modo define su objetivo en demostrar la fiabilidad técnica, operativa y económica para ayudar a mejorar la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de los equipos en la organización, asimismo se busca incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos priorizando en reducir los costos por su mantención.

Luego del estudio realizado se toma como conclusiones que los indicadores propuestos demostraron satisfactoriamente la mejora en disponibilidad, mantenibilidad, backlogs (órdenes de mantenimiento en espera), presupuesto de mantenimiento y análisis de costos.

Gilberto Becerra y Jony Paulino en la investigación “El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo en una empresa minera”, en el año 2012, en la Universidad Nacional de Ingeniería. Identificaron como problemática una gestión de mantenimiento con múltiples deficiencias en sus equipos críticos como consecuencia del desconocimiento y la falta de capacitación del personal de mantenimiento asociado principalmente a las técnicas cualitativas y cuantitativas que se aplican. Por ello se plantea como prioridad identificar los equipos críticos con ayuda de la metodología del análisis de criticidad. Por otro lado también es necesario evaluar sus fallas funcionales y conocer la etapa de su ciclo de vida de cada equipo utilizando la técnica del Análisis de Modos y Efectos de Falla.

De la presente investigación se considera la importancia del historial de fallas y el uso de indicadores: tiempo medio entre fallas y análisis de equipos críticos que nos facilitan el conocimiento de confiabilidad de nuestros equipos.

### **1.2.2 Contexto Internacional**

Jorge Valdés Atencio en su investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast”, trabajo de grado para obtener el título de administrador industrial en la universidad de Cartagena – Colombia en el año 2009. Dentro de sus objetivos señala implementar un plan de mantenimiento preventivo – predictivo aplicado a los equipos para optimizar su funcionamiento, realizar una descripción de los quipos y maquinaria para saber el estado actual referente a los costos por mantenimiento y eficiencia de trabajo. Para ello analiza los problemas potenciales describiendo que los equipos actualmente tienen uno inadecuado por parte de la operación acelerando su vida útil del equipo y originando múltiples fallas imprevistas.

Por consiguiente se toma la decisión de diseñar el mantenimiento preventivo – predictivo con la finalidad de brindar un buen servicio de mantenibilidad en lo equipos, garantizado así, mayor disponibilidad e incrementando la cantidad de productos fabricados.

De esa manera se procede con la elaboración de un cronograma de actividades y plan de acción con respecto a la gestión de mantenimiento, utilizando formatos de inspección y controles a los equipos, además de herramientas que servirán de instrumentos de medición para un mejor desempeño.

Roberto Curiel y Gonzalo Padilla en su investigación “Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de agua cruda en la empresa Acuacar S.A” trabajo de grado para obtener el título en especialista en gerencia de mantenimiento en la Universidad Tecnológica de Bolívar – Cartagena de Indias en el 2010. En su trabajo presentado se identifican los equipos críticos del sistema con el objetivo de poder realizar el análisis de confiabilidad a cada uno para luego implementar la mejor táctica y herramienta buscando su máxima disponibilidad. Dentro de sus principales problemas esta la ausencia de un mantenimiento preventivo programado y la poca confiabilidad que ofrecen los equipos actualmente. Asimismo se nota reflejado que el personal de mantenimiento carece de capacitaciones durante el año y ante la tecnología de las maquinas nuevas que ingresan a planta, estos quedan desfasados y sin saber cómo actuar ante un desperfecto imprevisto.

De esa manera la implementación de esta metodología de análisis y el uso de indicadores como confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad ayudarán a un mejor control con los equipos aumentando su vida útil de trabajo y proporcionando confianza dentro de las funciones a cuales fueron asignados cada equipo.

En Ecuador, en el año 2016, Sergio Raúl Villacrés Parra en su investigación “Desarrollo de un plan de Mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) de la empresa Etapa EP”. Se plantea como problemática que la mayoría de los hidrocleaners sobrepasan los veinte (20) años de operación, por lo que podría considerarse que están por finalizar su vida útil. Hace 6 años aproximadamente se adquirió un nuevo equipo y número de fallas hasta el momento ha sido considerable con respecto a los otros, según los registros se tienen registradas 12 fallas durante el periodo de operación correspondiente al último año. De ese modo se plantea desarrollar un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners para reducir la tasa de fallos. Es así que se concluye que a través de la aplicación de la metodología RCM permitirá la reducción de la tasa de fallos en los componentes en equipos críticos, asimismo podemos resaltar aplicación del RCM y su cambio de resultados obtenidos.

En Chile, en el año 2013, Christian Milanese Negro realiza un informe de pasantía con título “Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la máquina papelera” presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar el título de Ingeniero mecánico. Donde propone implementar el método de mantenimiento centrado en la confiabilidad levantando información para los equipos que son considerados críticos y realizando una ruta de inspección para poder facilitar y establecer un programa efectivo recopilando información; enseguida se propone definir el contexto operacional realizando un análisis de modo y efecto de falla. Luego de la implementación se pudo observar que aplicando las fases de esta metodología se obtiene un nuevo plan para los equipos críticos que incluyen: actividades de inspección, sustitución, limpieza y lubricación.

Efectuando todo lo mencionado se busca disminuir la baja productividad en los equipos y por ende aumentar su disponibilidad. De la misma manera ayudar significativamente en la creación de planes de capacitación y desarrollo del personal basado en necesidades específicas del área.

Como conclusión se puede mencionar que utilizando de una manera correcta las herramientas de análisis de modo y efecto de falla se consigue distribuir y jerarquizar cada equipo dentro del sistema. Además con la utilización del análisis de criticidad se logra determinar que la gestión y objetivos planteados anteriormente mejoraron considerablemente.

Francisco Sepúlveda Gonzales en su trabajo de investigación de tesis “Planificación del mantenimiento en Compañía papelera del Pacifico S.A, apoyado por MPX MANTEC”, para optar el título de ingeniero de ejecución mecánica, en la Universidad de Talca –Curico, Chile en el año 2006. Dentro de sus objetivos planteados propone la implementación de un nuevo sistema de información en la gestión de mantenimiento con la herramienta del software MPX Mantec con la finalidad de realizar una mejor planificación de mantenimiento para los equipos en general de la empresa. Asimismo se propone la implementación de un programa de lubricación que ayude al mantenimiento predictivo creando formatos de registro y niveles de cumplimiento para obtener información y data sobre los equipos.

Para el inicio de la implementación se procede con levantamiento de información de todos los equipos existentes en planta distribuyéndose por secciones o familias para luego proceder a una codificación para un mejor nivel y control del usuario.

Se puede tener en cuenta para la conclusión de que la aplicación de un software en la gestión de mantenimiento ayuda a una mejor planificación siempre y cuando antes se haya realizado un historial de equipos ordenados dentro de sus características y que sean fácil de ubicarlos. Al final de estudio se pudo verificar que la disponibilidad de los equipos y la mantención fueron obteniendo mayor porcentaje de eficiencia y cumplimiento, por ende apoya en la gestión de producción en no interrumpir el proceso, garantizando confiabilidad y calidad en los productos finales de fabricación.

### **1.3 Marco Teórico**

**Variable Independiente:** (RCM) Mantenimiento centrado en la confiabilidad

#### **1.3.1 RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una técnica de mantenimiento con una forma de análisis sistemática, objetiva y documentada que puede ser aplicada a cualquier tipo de industria, útil para un mejor desarrollo de un plan de mantenimiento y una mejor gestión de mantenimiento.

“La confiabilidad se relaciona básicamente con la tasa de fallas (cantidad de fallas) y con el tiempo medio de operación y el tiempo de operación. Mientras el número de fallas de un determinado equipo vaya en aumento o mientras el tiempo medio de operación de un equipo disminuya, la confiabilidad del mismo será menor” (Reyes y Ocampo, 1996. p.65).

Según Moubray (2004), “El RCM se puede definir como: La filosofía de gestión del mantenimiento, donde interactúa un equipo multidisciplinario de trabajo que se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajos definidos, estableciendo actividades más efectivas de mantenimiento en función a la criticidad de los activos, analizando los efectos que originaran los modos de falla, a la seguridad, al medio ambiente y a las operaciones” (p.8).

### 1.3.2 Parámetros fundamentales en el RCM

La gestión de la confiabilidad operacional se basa en cuatro parámetros fundamentales:

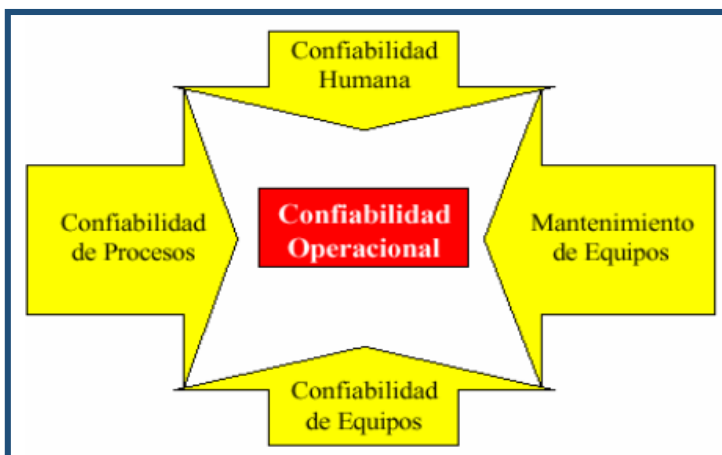
**La confiabilidad humana;** que involucra “la parte blanda de la empresa, es decir, la estructura organizacional de todo el personal, tipo de gerencia, cultura de la empresa y sistemas administrativos.

**La confiabilidad de procesos;** que engloba todo lo concerniente a procedimientos, procesos y operaciones.

**La confiabilidad de equipos;** que se orienta hacia la confiabilidad desde su diseño, es decir, involucra el tipo de diseño, cambios de tipo de material, la forma y procedimientos de ensamblaje, siendo su objetivo fundamental incluir los aspectos de confiabilidad desde el diseño relacionado con el aumento del tiempo promedio entre fallas MTBF.

**La confiabilidad de los procesos de mantenimiento;** se enfoca hacia el mantenimiento de los activos, las habilidades básicas que se puede desarrollar al personal, la efectividad y la calidad del mantenimiento; con el objetivo de optimizar (disminuir) el tiempo promedio entre promedio para reparar MTTR.

**Figura 1: Aspectos de la Confiabilidad Operacional**



Fuente: (Crespo, 2007).

### 1.3.3 Filosofía del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

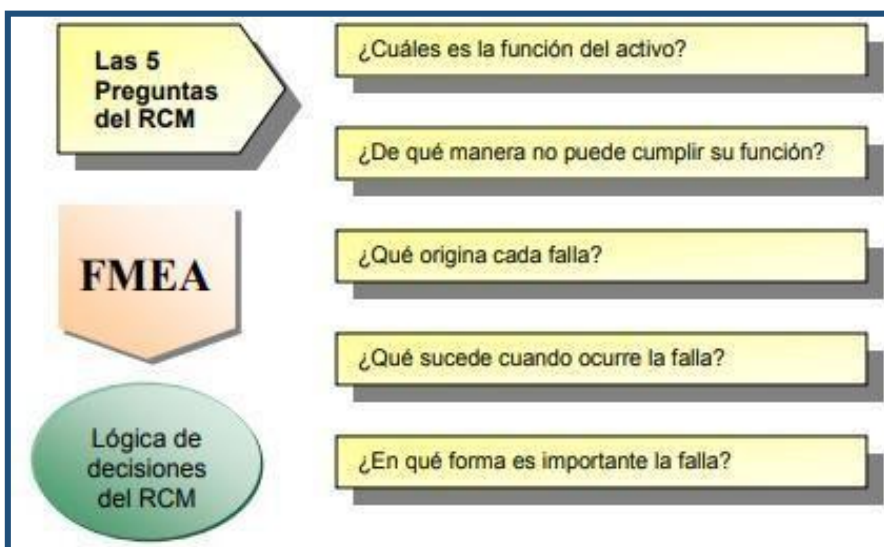
La filosofía del RCM emplea las técnicas del Mantenimiento Preventivo (PM), Mantenimiento Predictivo e inspección, Reactivo y Mantenimiento Proactivo de una empresa integrada con la finalidad de incrementar la probabilidad de que el equipo funcione de una manera requerida sobre su diseño con el mínimo mantenimiento realizado. Con la finalidad principal de reducir los costes de mantenimiento, al mismo tiempo asegurar la confiabilidad del sistema y la seguridad de los equipos.

El análisis del RCM está basado en un detallado Análisis de modo y efecto de falla FMEA e incluye probabilidades de falla y cálculos de confiabilidad en el sistema. Este análisis es utilizado para determinar las apropiadas tareas de mantenimiento y direccionarlas a cada uno de los modos de falla identificados.

### 1.3.4 Análisis del RCM

- Lo que el usuario desea que la máquina haga.
- Razones por lo cual no puede cumplir la función encomendada.
- Cuales fueron las causas de la falla
- Que podría ocurrir si llegara la falla
- Que tan crítico es la falla y el equipo

**Figura 2: Las cinco preguntas del RCM**



*Fuente: (Moubray 2004).*

### **1.3.5 Aplicación del RCM en la industria**

Para el detalle de la confiabilidad en la industria debemos tener en cuenta que todo se basa en la respuesta de las siguientes siete interrogantes:

1. ¿Cuáles son los estándares y funciones de operación en los diversos sistemas, tomando en cuenta el contexto operacional?
2. ¿Respecto a cada uno de sus funciones inherentes, como falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa principal para cada falla funcional?
4. ¿Qué pasa cuando ya ocurre la falla en el equipo?
5. ¿Cuál va ser el impacto real para cada falla?
6. ¿De qué manera se puede prevenir las fallas?
7. ¿Qué debemos hacer si no fuera posible prevenir antes de una falla funcional?

Después de responder a las anteriores preguntas, podremos tener un panorama claro de los objetivos a cumplir y las metas a alcanzar, sin embargo, es importante reconocer que las preguntas son lógicas, fácil de responder y que ayudan a profundizar el estado de falla de un equipo. Ante lo mencionado es importante identificar los equipos críticos en un proceso productivo.

#### **1.3.5.1 Fases para el RCM**

##### **Fase 0: Codificación de equipos y registro**

Inventario de todos los equipos debidamente ordenado, es importante tener en cuenta que estos deben no solo ser separados por tipo, modelo o serie, si no también estar asignadas dentro de una clasificación general de la planta, para ser fácilmente identificado y/o codificados.

##### **Fase 1: Registro de funciones y especificaciones de los equipos**

En esta fase se detallan las funciones de los sistemas que componen el equipo y a su vez, las partes que componen cada sistema. Asimismo debemos de definir cada función con rangos de trabajo, que permitan evidenciar que el equipo o sistema está operando eficientemente. Estos rangos de trabajo o parámetros de operación podrían ser: presiones, temperaturas, nivel de fluidos, vibraciones, y todo cuanto sea medible.

## **Fase 2: Determinación de modos de fallo**

Para evitar confusiones se debe entender al modo de fallo como parte de los fallos funcionales, es decir, para un fallo funcional pueden existir varios modos de fallo. Existiendo de esa manera distintos modos de falla para un solo equipo.

## **Fase 3: Determinación de disponibilidad de equipos**

Es muy importante tomar anotaciones y contabilizar las horas dentro de este periodo que se encuentren activas y disponibles cada máquina o equipo. Para ello debemos de llevar un control e historial de horas paradas por mantenimiento, en este caso; los mantenimientos preventivos y correctivos que ocurriesen restando al tiempo de operación de la maquinaria o equipo intervenido.

## **Fase 4: Análisis de criticidad de equipos**

Clasificar según gravedad de las consecuencias que estos puede causar; para determinar la gravedad solo debemos responder a la pregunta ¿Qué pasa si ocurre? A la respuesta, según la explicación, se le asignara un grado de gravedad como crítico, importante y tolerable.

## **Fase 5: Determinación de las medidas preventivas**

Después de tener los fallos clasificados según su criticidad, se determinara las medidas preventivas que permitan eliminar o reducir el fallo y sus efectos. Las medidas preventivas pueden ser de cinco tipos.

### **Fase 5.1 Tareas de mantenimiento rutinarias**

Las cuales podrían ser inspecciones visuales, lubricación, verificaciones con instrumentos en máquina en operación o equipo fuera de servicio, mantenimiento condicional, mantenimiento sistemático y Overhaul.

### **Fase 5.2 Mejoras en el equipo o instalación**

Las mejoras en los equipos pueden ser desde cambio de materiales, diseño de la parte hasta cambio de condiciones de trabajo. Después de haber realizado el análisis correspondiente a cada equipo.



### **Fase 5.3 Capacitación del personal**

La capacitación del personal puede estar orientada a saber qué hacer en caso de una falla, para actuar y no deteriorar más el equipo. También puede ser direccionada para que el mismo operador pueda actuar antes de que ocurra la falla y prevenir este evento con el conocimiento adquirido.

### **Fase 5.4 Actualización de instrucciones de operación**

Para reforzar el procedimiento que todos realizan y verificar que todos realicen las mismas operaciones, reduciendo así cualquier fallo por mala operación. Es una estrategia más económica de ejecutar sin embargo es una de las más difíciles porque depende de todo el grupo y el compromiso que este tenga con la empresa.

### **Fase 5.5 Actualización de instrucciones de mantenimiento**

Instruir al personal para que realice el mantenimiento orientado a la excelencia, utilizando las medidas de tolerancia y ajustes, según fabricante. Es muy importante elevar el nivel del mantenimiento, haciéndolo estándar y eficiente.

### **Fase 6: Agrupación de medidas preventivas según criticidad**

El resultado de agrupar estas medidas preventivas esencialmente para evitar o minimizar los fallos para un equipo es el Plan o programa de Mantenimiento, no solo permite realizar el plan de mantenimiento, sino también identificar posibles mejoras, capacitación de personal y la actualización de procedimientos de operación y mantenimiento que reduzcan fallos en los equipos.

### **Fase 7: Ejecución del plan de Mantenimiento**

Finalmente se debe dar a conocer a todos los involucrados los beneficios de aplicar este plan de mantenimiento y que fallo se quiere prevenir con este sistema. Asimismo antes de ejecutar el plan se debe prever que se cuente con todos los medios técnicos y materiales necesarios para cumplirlo. Se presentara la lista de mejoras y capacitaciones que se plantean, para que sea programada y empiecen junto con el nuevo plan o programa de mantenimiento basado en la confiabilidad.

**Figura 3: Hoja de información de confiabilidad de equipo**

|                                |                        |  |                      |  |                        |               |                |
|--------------------------------|------------------------|--|----------------------|--|------------------------|---------------|----------------|
| <b>Hoja de Información RCM</b> | <b>Área</b>            |  | <b>Sistema n°</b>    |  | <b>Facilitador:</b>    | <b>Fecha:</b> | <b>Hoja N°</b> |
|                                | <b>Sistema</b>         |  | <b>Subsistema n°</b> |  | <b>Auditor:</b>        | <b>Fecha:</b> | <b>de</b>      |
| <b>Función</b>                 | <b>Falla funcional</b> |  | <b>Modo de falla</b> |  | <b>Efecto de falla</b> |               |                |
| 1                              | A                      |  | 1                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | 2                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | :                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | n                    |  |                        |               |                |
|                                | B                      |  | 1                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | 2                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | 1                    |  |                        |               |                |
|                                | C                      |  | :                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | n                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | 1                    |  |                        |               |                |
|                                | D                      |  | 2                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | :                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | n                    |  |                        |               |                |
|                                |                        |  | 1                    |  |                        |               |                |

*Fuente: (Gonzales, 2005)*

Esta metodología fue desarrollada con la finalidad de ayudar a las organizaciones a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas producto de la integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación del aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, manteniendo mucha atención en las tareas de mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, de la misma forma garantizando que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a aportar.

De acuerdo a las principales ventajas se puede resumir lo siguiente: si se aplica a un sistema de gestión de mantenimiento preventivo que ya existe en la empresa, se puede reducir el porcentaje de mantenimiento rutinario entre un 40% a 70%.

Su lenguaje técnico es común, sencillo y muy fácil de entender para todas las personas inmersos en el proceso, permitiendo al personal involucrado saber que tareas hacer y qué no, saber cuáles equipos pueden esperar y saber qué hacer para conseguirlo.

El mantenimiento bajo esta metodología, se enfoca en tareas que son clave para asegurar la confiabilidad operacional considerando el proceso, equipo, diseño y recurso humano.

## 1.4 Diagnóstico y mejora de Confiabilidad en los equipos

### 1.4.1 Confiabilidad

Para Mora (2009), “Es la Probabilidad de que un equipo realice satisfactoriamente las funciones requeridas, bajo las condiciones especificadas en un determinado periodo de tiempo.

#### Tiempo promedio entre fallos (MTBF)

Es el tiempo promedio de un equipo o máquina que cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional” (p. 265).

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$$

### 1.4.2 Mantenibilidad

Según Mora (2009), “es la probabilidad de que un equipo pueda ser reparado satisfactoriamente en un tiempo determinado ante una falla o interrupción en su funcionamiento.

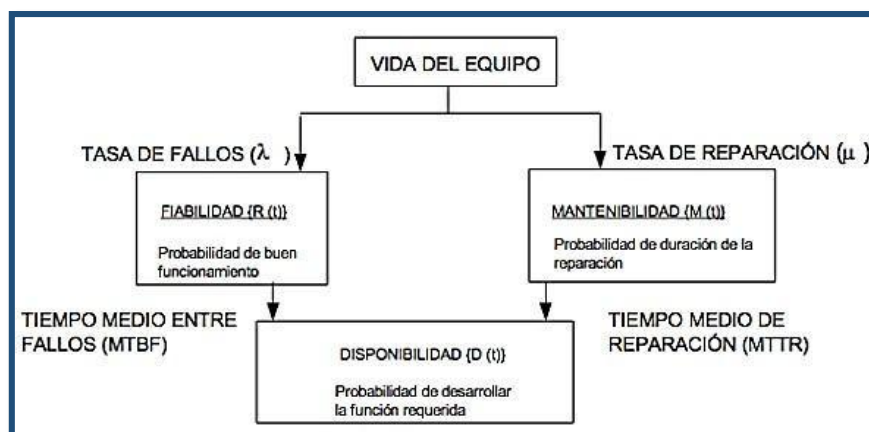
#### Tiempo promedio en reparación (MTTR)

Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo o máquina después de una falla funcional” (p. 266).

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Nº de fallas}}$$

El esquema siguiente es un resumen de las variables que caracterizan la vida en los equipos.

**Figura 4: Variables de mantenimiento**



Fuente: (Moubray, 2004).

**Variable Dependiente:** Gestión de Mantenimiento

## **1.5 Gestión de Mantenimiento**

Antes de definir los términos con respecto a la Gestión del Mantenimiento, identificamos el significado mantenimiento para poder tratar mejor el tema.

### **1.5.1 Definición del Mantenimiento**

Según Mora (2009), indica “la función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo para que cumpla su función de producir bienes o servicios” (p. 6).

Por ende podemos decir que el mantenimiento viene a ser un conjunto de actividades que permiten mantener un equipo, sistema o instalación, de tal manera que cumpla sus funciones por lo cual fueron diseñados y asignados.

#### **Mantenimiento Preventivo**

“Se entiende por la anticipación y prevención de alguna anomalía presentada en los equipos, asegurando el funcionamiento operación de los mismos con un bien común de reducción económica, de tal forma se puede anticipar a una falla venidera en los componentes de los equipos” (Soler, 2012, p.2)

#### **Mantenimiento Predictivo**

“El mantenimiento predictivo es el conjunto de técnicas que permiten, reduciendo los costes del programa de mantenimiento tradicional. Al mantenimiento preventivo y correctivo, asegurar la disponibilidad y rendimiento de los elementos que componen los equipos” (Soler, 2012, p.3)

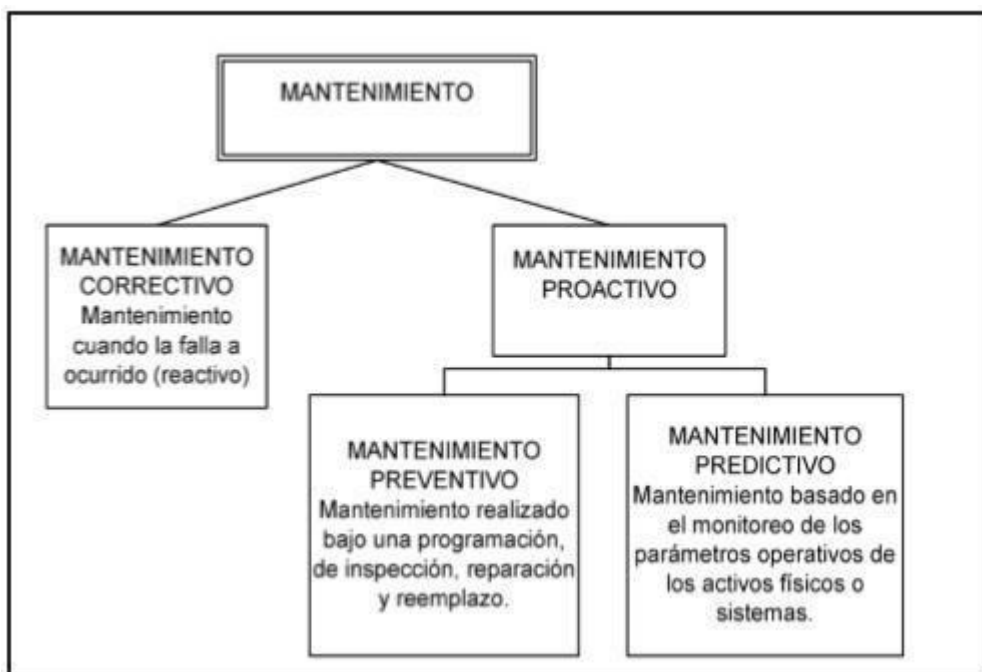
#### **Mantenimiento Correctivo**

“Este tipo de mantenimiento interviene cuando una falla está presente donde el equipo no puede seguir con su función, la falta de preventivo conlleva desarrollara un mantenimiento correctivo, minimizando podremos reducir costos significativos”. (Soler, 2012, p.1)

#### **Mantenimiento Proactivo**

“[...] Filosofía de mantenimiento basado en la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que condicen a la falla del equipo o máquina”. (Soler, 2012, p.1)

**Figura 5: Diferencia entre mantenimiento correctivo y mantenimiento proactivo**



*Fuente: Soler (2012).*

### **Cultura de mantenimiento**

“El estudio sistemático y el objetivo de incidencias que aparecen en los equipos establecidos por las estrategias definidas, es necesario indicar una transición de una cultura para mejorar las tareas de, mantenimiento proactivo, visión de las practicas básicas y la programación”. (Soler, 2012, p.5)

#### **1.5.2 Gestión de mantenimiento**

“La moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión donde: se determinan los objetivos y prioridades de mantenimiento (donde se definen metas, objetivos asignados y aceptados por la alta dirección del departamento, así también se determinan las estrategias a utilizar a cabo para conseguir los objetivos (considerado como métodos de gestión que se utilizan para conseguir lo planificado)”. (Crespo. 2007, p.1)

“La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todas las actividades inherentes al mantenimiento. A su vez, responde a las necesidades de producción, contribuyendo a la productividad y competitividad para la empresa”. (Mora, 2009, p.54)

Por lo mencionado la gestión de mantenimiento puede ser definida como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos trazados por mantenimiento.

#### **1.5.2.1 Etapas dentro de la gestión de mantenimiento**

Existen diferentes etapas dentro de una gestión adecuada de mantenimiento, y son:

**Planificación:** Proceso que consiste en la definición de rutinas, estadísticas, procedimientos y planes a desarrollar, en lo cual implica el buen manejo de los recursos a cargo. En esta etapa el Jefe de mantenimiento es el encargado de definir y gestionar el presupuesto y control de gastos asignados para mantenimiento identificando oportunidades en una reducción de costos.

#### **Índice de cumplimiento de Plan de Mantenimiento**

Es el resultado entre el número de órdenes de trabajo ejecutados sobre el número de órdenes de trabajo programado multiplicado por cien.

**Programación:** Consiste en establecer frecuencias en las acciones preventivas a ejecutar por parte de mantenimiento, con fechas programadas y responsables en la ejecución. El formato que se utiliza es la orden de trabajo (OT), donde implica la tarea a ejecutar con fecha programada, responsables a cargo, procedimientos a seguir, cuadro de ejecución y un espacio para recibir las observaciones o recomendaciones que brinda el técnico de mantenimiento que al final será firmada y visada por el supervisor dando la conformidad de la información.

#### **Índice de Mantenimiento Programado (IMP)**

Es el porcentaje de horas que se invierte en realizar el mantenimiento programado sobre las horas totales dedicadas a mantenimiento (programado y no programado) multiplicado por cien.

$$IMP = \frac{\text{horas de mantenimiento programado}}{\text{Total horas dedicadas a mantenimiento}} \times 100$$

**Ejecución, control y evaluación:** Estos procesos vinculan directamente al área administrativa donde se encargan de la dirección y coordinación del grupo a cargo con el objetivo principal de evaluar los procesos para poder llegar a cumplir con los objetivos planeados y planificados anteriormente. En esta etapa los resultados pasan por una evaluación y estándares propuestos, donde se revisa y analiza la situación actual para poder establecer mejoras y contribuir a la retroalimentación brindada por el personal a cargo.

### **Disponibilidad**

Mora (2009), indica “Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que en que se puede esperar que un equipo se encuentre disponible para cumplir con la función en la cual fue destinado” (p.267).

$$D = \frac{\text{Total horas prog.} - \text{horas por mantto.}}{\text{Total horas programadas}} \times 100$$

#### **1.5.2.2 Principios básicos para las estrategias en la gestión de mantenimiento**

Según Crespo (2007), indica “El proceso de definición de una estrategia de mantenimiento puede describirse utilizando estándar de planificación estratégica que incluyan lo siguiente:

- Obtención, partiendo de los objetivos corporativos del negocio, los objetivos y política de mantenimiento al más alto nivel [...] para las siguientes variables: Disponibilidad de equipo, fiabilidad, seguridad, riesgo, presupuesto de mantenimiento, etc. [...].
- Determinación del desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas.
- Determinación de los medidores claves a considerar para la evaluación de rendimiento de las instalaciones (Key Performance Indicators –KPI’s).
- Establecimiento de una serie de principios que conducirán la implementación de la estrategia, y que condicionaran la posterior planificación, ejecución, evaluación, control y análisis para la mejora continua de las actividades de mantenimiento.

## **1.6 Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿De qué manera la aplicación del RCM mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018?

### **Problemas Específicos**

¿De qué manera la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018?

¿De qué manera la aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018?

## **1.7 Justificación del estudio**

### **1.7.1 Tecnológica**

Para evitar que este conocimiento caiga en el olvido una vez completado el análisis y para que pequeños cambios o rediseños realizados en los equipos no impliquen realizar de nuevo todo el análisis, es necesario disponer de una herramienta de soporte virtual que permita gestionar todo el conocimiento adquirido en el proceso de análisis RCM. La evaluación y tabulación de distintas herramientas de software para RCM ha sido el objeto de este proyecto.

### **1.7.2 Económica**

Disminuyendo los gastos innecesarios relativos al mantenimiento, evitando fallas, haciendo que los equipos cumplan con su función, mediante análisis y cálculos, tenemos la posibilidad de bajar los costos financieros de la empresa de forma significativa, y esta a su vez, es una de las mejores alternativas que poseen las organizaciones para aumentar su competitividad y uno de los requisitos del mantenimiento de clase mundial.

### **1.7.3 Institucional**

En la elaboración de este documento se ha tenido en cuenta la metodología para el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Asimismo incluye a toda la organización a su participación, control y manejo de esta nueva estrategia, considerado como un procedimiento que identifica las funciones dentro del sistema, en forma que estas funciones pueden cumplirse y que se establezca actividades de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas basadas siempre en aumentar la confiabilidad.



#### **1.7.4 Operativa**

En esta investigación de acuerdo a la evaluación y al análisis del estado situacional se justifica porque es aplicable en el estudio sobre los equipos principales de la línea de producción del papel en la empresa, basándose en diversas metodologías: (análisis de criticidad, análisis de modos y efectos de fallos); asimismo, porque evalúa la gestión del mantenimiento buscando la máxima disponibilidad para los equipos.

Por otro lado teniendo en cuenta el Análisis de Confiabilidad de los equipos críticos de la línea productiva, se propone optimizar la Gestión en base a los resultados de la frecuencia o ciclo óptimo para el mantenimiento preventivo de cada equipo.

#### **1.8 Hipótesis**

##### **Hipótesis General**

La aplicación del RCM mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

##### **Hipótesis Específica**

La aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

La aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

#### **1.9 Objetivos**

##### **Objetivo General**

Determinar de qué manera la aplicación del RCM mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

##### **Objetivos Específicos**

Determinar de qué manera la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Determinar de qué manera la aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de Investigación

### Tipo de Estudio

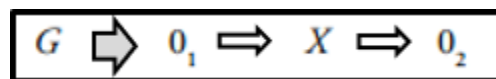
Según Abarza (2007), menciona que “en la investigación aplicada, el investigador busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de problemas” (p.69). En la presente investigación teniendo en cuenta que la finalidad a conseguir es la resolución de problemas prácticos, por ello utilizamos las teorías ya existentes como conocimientos básicos. De esa forma el tipo de la investigación que se realiza es Aplicada, porque se aplicará los conocimientos que se adquieren en el análisis de mantenibilidad y disponibilidad de los equipos de la empresa Industrias del Papel.

### Diseño de Estudio

Para Hernández (2008), “una investigación pre-experimental consiste en “administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en éstas” (p.92).

El diseño de investigación estudiado es Pre Experimental, puesto que se pretende aplicar una metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos de la empresa Industrias del Papel S.A. De esta manera comparamos un antes y un después de haber aplicado esta metodología.

El diseño de aplicación sería de la siguiente manera:



#### Donde:

**G:** Grupo experimental: Máquina papelera MP3 / Disponibilidad

**X:** Variable Independiente: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad)

**O1:** Es el proceso de análisis antes de la aplicación del RCM

**O2:** Es el proceso de análisis después de la aplicación del RCM

## 2.2 Variables, Operacionalización

### Definición Operacional

#### Variable Independiente (VI): RCM (Mantenimiento centrado en la Confiabilidad)

Es una de las metodologías de mantenimiento más utilizadas en gran parte de la industria. Aplicándolo en toda la parte sistemática integral de la organización se podrán conseguir los objetivos deseados por el área: Aumentar la disponibilidad, aumentar la vida útil de los equipos y minimizar los costes de mantenimiento ayudando a la productividad del proceso.

#### Variable Dependiente (VD): Gestión de Mantenimiento

La gestión de mantenimiento dentro de una organización cumple una labor importante para poder cumplir con los objetivos trazados; por ello esta gestión debe tener la capacidad de poder organizar, planificar, y administrar los recursos que tiene y como parte fundamental el recurso más valioso que es la parte de operación.

**Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente**

| Variable  | Definición Conceptual  | Definición Operacional   | Dimensión      | Indicadores   | Escala de medición |
|---|--|--|----------------|---|--------------------|
| <b>V1: RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD)</b> | Para Moubray (2004), "Es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual" (p.7). | Es una de las metodologías de mantenimiento más utilizadas en gran parte de la industria. Aplicándolo en toda la parte sistemática integral de la organización se podrán conseguir los objetivos deseados por el área: Aumentar la disponibilidad, aumentar la vida útil de los equipos y minimizar los costes de mantenimiento ayudando a la productividad del proceso. | CONFIABILIDAD  | Tiempo promedio entre fallos (MTBF)<br>$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$    | Razón              |
|   |  |  | MANTENIBILIDAD | Tiempo promedio en reparación (MTTR)<br>$MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Nº de fallas}}$ | Razón              |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5: Operacionalización de Variable Dependiente**

| Variable                            | Definición Conceptual   | Definición Operacional   | Dimensión                                 | Indicador  | Escala de medición |
|-------------------------------------|---|--|---|--|--------------------|
| <b>V2: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b> | Según Mora (2009), "La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todo lo inherente a mantenimiento. Alavez, responde a las necesidades de producción, contribuyendo a la productividad y competitividad de la empresa" (pág. 54). | La gestión de mantenimiento dentro de una organización cumple una labor importante para poder cumplir con los objetivos trazados; por ello esta gestión debe tener la capacidad de poder organizar, planificar, y administrar los recursos que tiene y como parte fundamental el recurso más valioso que es la parte de operación. | <b>DISPONIBILIDAD</b>                     | $D = \frac{\text{Total horas prog.} - \text{horas por mantto.}}{\text{Total horas programadas}} \times 100$      | <b>Porcentual</b>  |
|                                     |   |  | <b>INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b> | $IMP = \frac{\text{horas de mantenimiento programado}}{\text{Total horas dedicadas a mantenimiento}} \times 100$ | <b>Porcentual</b>  |

Fuente: Elaboración propia

### 2.3 Población y muestra

#### Población

Según Arias (2006), menciona "la población es el conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio" (p.98).

En esta investigación la población de estudio será el registro de producción de toneladas de papel fabricadas, en un periodo de 40 semanas en la maquina papelera MP3 donde se recolectarán datos cuantitativos y estadísticos de horas de producción programadas y tiempos perdidos por averías de mantenimiento, para ser aplicadas según las fórmulas descritas anteriormente en las variables y matriz operacional.

#### Muestra

Según Arias (2006), indica "La muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiarán, es un subconjunto de la población. Para que se puedan generalizar los resultados obtenidos, dicha muestra ha de ser representativa de la población" (p.99).

Por ello, se va tomar como muestra no probabilístico o dirigido de pre y post test que serán medidos 20 semanas antes y 20 semanas después, para poder medir la tendencia de disponibilidad utilizando los indicadores propuestos y saber cuantitativamente como se está desarrollando la gestión de mantenimiento.

## **Muestreo**

Según Arias (2006), menciona “procedimiento por el cual seleccionamos una muestra representativa de la población o del objeto de estudio” (p.102).

En la siguiente investigación se emplea el muestreo intencional o por conveniencia, puesto que la elección de los miembros dependerá de un criterio específico del investigador. Asimismo se estudiarán con los datos tomados en 20 semanas antes y 20 semanas después de haber desarrollado y analizado la tendencia de horas con las herramientas planteadas dentro de la producción en el año 2018.

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **2.4.1 Técnica de recolección de datos**

En la técnica de recolección de datos en el presente trabajo de investigación deberán ser cuantitativos, de fuente primaria y de observación directa en el proceso, puesto que será relevante para el análisis posterior y su contraste con la hipótesis y objetivos.

#### **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

El instrumento de recolección de datos a utilizar serán los reportes de eficiencia por cada supervisor de turno, considerando 3 turnos de 8 horas por día según los días laborables por mes (ver anexo 7) y el reporte de avance de producción diario (ver anexo 8), donde una vez finalizado el turno cada reporte será visado y firmado por la jefatura de producción.

#### **2.4.3 Instrumento de medición**

El instrumento que se utilizará en esta investigación será de tipo observación directa debido a que la relación entre el estudio y el investigador es de contacto personal directo influyendo en la recolección de datos.

### **Observación de campo: Registro de horas paradas por mantenimiento**

Para ejecutar este instrumento se utilizan recursos auxiliares como reloj para la ayuda en la toma de tiempos y por otro lado se utilizarán grabaciones por cámara de video y fotografías para la verificación de los datos registrados. De la misma forma se utilizan herramientas como formatos de registro, cuaderno de informe a cargo de los mecánicos de turno y una computadora para controlar y registrar toda la data.

#### **2.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento**

**Validez:** En esta investigación se validaron la información mediante el juicio de expertos; por tal motivo cada formato y ficha será entregado a tres magister ingenieros colegiados y además autorizados por la Universidad César Vallejo para que puedan realizar el análisis de cada instrumento.

**Confiabilidad:** En esta etapa se validará los formatos de recolección de datos y su utilización será oficial para la empresa Industrias del Papel S.A en cada registro, tomando información confiable y a tiempo por los supervisores encargados de la máquina MP3 junto al personal de mantenimiento.

#### **2.5 Métodos de análisis de datos**

En la presente investigación los datos son numéricos por lo tanto serán cuantitativos y se divide en dos tipos de análisis:

Análisis de hipótesis, cada uno de ellos deberá de ser verificable, es decir que se pueda medir para poder ser mejorada.

Análisis descriptivos, son utilizados para describir el comportamiento de la variable en la población.

Para la investigación usaremos el programa Microsoft Excel 2016 para el análisis y registro de datos. Asimismo los datos pre test y pos test se analizarán mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics 25 con pruebas de T student y Wilcoxon. Para la contrastación y ver el nivel de significancia se utiliza un nivel de significancia del 5% y confiabilidad del 95%.

#### **2.6 Aspectos éticos**

El presente trabajo se elaboró dentro de los lineamientos establecidos bajo normas de investigación, por lo tanto, la investigación es auténtica realizando las citas y referencias correspondientes. Los datos tienen veracidad sin necesidad de ser subjetivos ni tener influencia de ningún tipo ya que se tomaron directamente de los reportes por los encargados de área en la planta de producción de la empresa Industrias del Papel S.A.

## 2.7 Desarrollo de la propuesta

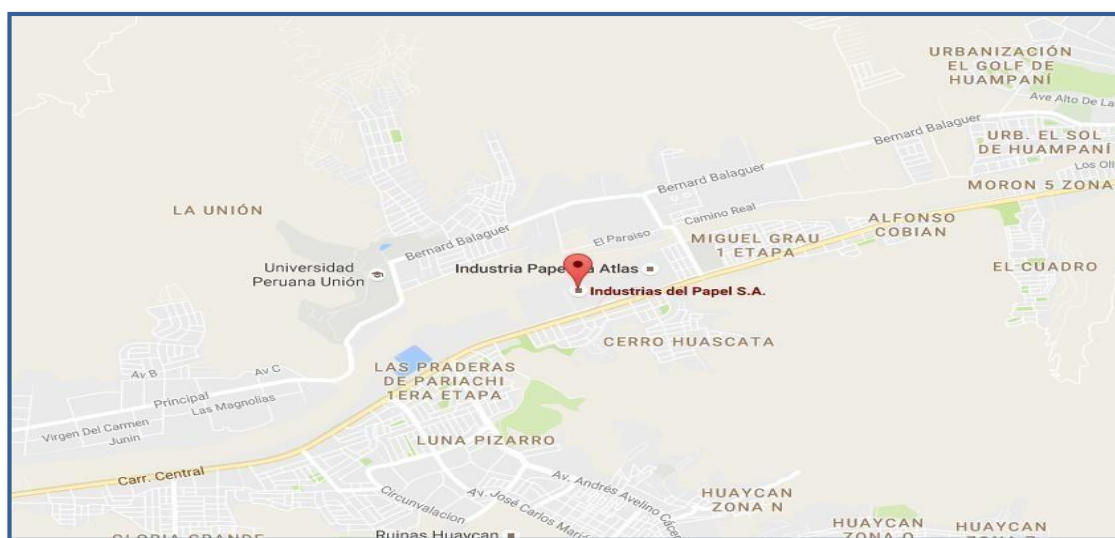
Para lograr la efectiva aplicación de la propuesta de análisis de confiabilidad se desarrolla una descripción de la empresa definiendo la situación actual, proceso de aplicación y resumen de actividades. Asimismo se recauda información con datos estadísticos que ayudarán a cuantificar la efectividad real con la ayuda de aplicativos y software realizando pruebas y evaluando criterio a criterio con la finalidad de obtener oportunidades para mejorar dentro del área de mantenimiento.

### 2.7.1 Descripción de la empresa

Desde 1958 Industrias del Papel es una empresa dedicada a la fabricación de papeles y cartones de diferentes medidas y gramajes, con presentación final en bobinas y cintas. Se utiliza principalmente materia prima 100% reciclado, ayudando así a proteger el medio ambiente. La producción es utilizada íntegramente como materia prima de principales clientes como Kimberly Clark, Papelsa, Protisa, Ceruti entre otros para la fabricación de cajas, conos, tubos de cartón.

Con el compromiso de satisfacer a los clientes se ofrece productos de calidad y entregados oportunamente, brindando un excelente servicio antes, durante y después de la venta. Por otro lado la empresa se identifica con todo el personal y empleados y lo designa como primordial recurso preocupándose por la salud y seguridad de todos. Por esto, se encuentra comprometida con el cumplimiento de las normas correspondientes a la seguridad industrial, salud ocupacional y protección del medio ambiente.

**Figura 6: Localización de la empresa**





### **2.7.1.1 Descripción del proceso de producción**

#### **Almacén de materia prima**

Todo el proceso empieza con la recepción de la materia prima en forma de bloques compactados o fardos que llegan de las diferentes recicladoras del medio. Los camiones descargan en la zona de pesado. Aunque el proveedor manda su carga pesada, cada fardo es repesado una balanza industrial electrónica para luego ser llevados con el Montacargas a la zona de almacenaje de materias primas.

**Figura 7: Almacenamiento de materia prima**



#### **Sección molienda**

Los fardos son levantados por el Montacargas y colocados en una faja transportadora que desemboca hacia el Hidropulper. La función del HidroPulper es la del primer licuado de la materia prima con agua obteniendo una pasta de color marrón. Esta pasta pasa por un filtro conocido como Pera, que deja pasar solo la pasta del papel, eliminando residuos de plástico y de otro tipo como metal, vidrio, que se puedan encontrar en los fardos de reciclaje. La pasta depurada es bombeada y almacenada en los tanques llamado Tina Pulper.

**Figura 8: Habilitación de materia prima hacia Hidropulper**



### Sección de refino

Desde la tina pulper la pasta es dirigida hacia los depuradores de alta consistencia a fin de generar una primera limpieza, retirando todo tipo de partículas que contengan peso considerable. Luego es enviada a una segunda limpieza en el hidroclón, proceso combinado de limpieza y desfibrado. Luego la pulpa es enviada mediante una bomba centrífuga a los refinadores, convirtiéndola en una pasta más uniforme por medio de unos discos ranurados que logran una mejor molienda

**Figura 9: Tina pulper, refinadores y depuradores**



Luego toda esta pasta refinada es almacenada en el tanque de refino para ser bombeada hacia una tina llamada pileta máquina donde se agrega agua para una mejor fluidez y queda lista para ser enviada a la tina caja de altura. Aquí, la pasta se dirige, mediante, rebose hacia los depuradores de baja consistencia para separar todos los restos de arenilla que lograron pasar por los depuradores de alta consistencia. Esta pasta con mayor limpieza es tamizada con máquina Screen que se encarga de colarla, separando los últimos residuos en la pasta. Una vez obtenida una pasta libre de impurezas es bombeada hacia el Head box, por medio de una bomba de doble impulsor llamada Fan Pump

### Sección cabeza de maquina

La pasta es transportada a la maquina papelera pasando por la máquina Headbox donde se le agrega agua, almidón y aditivos químicos. La pasta se compone aquí de un 99% de agua y de un 1% de fibra. Este equipo vierte la pasta en forma uniforme sobre el paño. Dado que la formación y uniformidad del papel final dependen de una formación de las fibras y las cargas; así también del diseño y funcionamiento del sistema de la caja de admisión del Headbox.

### **Mesa de formación**

En esta mesa se traslada la pasta sobre el paño (tela de máquina), insertando flujo y succión de aire para ayudar a la eliminación de agua. La tela es una malla con finos orificios en la que se inicia el proceso de drenaje de la suspensión, que permite que las fibras formen una alfombrilla entretejida y uniforme. Toda el agua que escurre cae a una poza bajo la máquina que va directamente a la cámara de tratamiento de efluentes para ser reciclada y reutilizada durante el proceso. Posteriormente, la pasta pasa por el rodillo Couch el cual está conectado a bombas de vacío para una mayor absorción de agua, en esta etapa el papel presenta mejor rigidez, listo para el prensado.

**Figura 10: Inicio de mesa de formación**



### **Sección de prensado**

Una vez formada la hoja de papel, la eliminación del agua continúa en la sección de prensado atravesando una serie de rollos de acero de aprox. 5 tn, asignados en tres bloques que la comprimen, expulsando así una mayor cantidad de agua. La hoja de papel se sujeta a modo entre capas de fieltro absorbente al pasar por entre los rodillos. El fieltro actúa como un papel secante en la absorción de agua. Al final de la sección de prensado, el grado de sequedad se sitúa sobre el 40-50%. La hoja de papel ya puede sostenerse por sí misma.

**Figura 11: Inicio de mesa de formación**



### **Sección de secado**

Luego el papel pasa por tres cuerpos de cilindros secadores, ya que transfieren calor desde su interior a partir del vapor proveniente de caldera eliminando la mayor cantidad de agua por evaporación. En esta sección se le agrega almidón de yuca a fin de darle mayor dureza y resistencia, en función a la calidad requerida del pedido.

Al final de este proceso el papel se encuentra totalmente seco y listo para ser bobinado. Antes se realizan inspecciones en la calidad de papel, analizando espesor y gramaje.

**Figura 12: Cilindros secadores**



### **Sección bobinado**

Tras el control final del papel mediante análisis en laboratorio, el producto conforme es enrollado en un pope de acero formando el Tambor Jumbo, la bobina de papel, que puede llegar a pesar cerca de 2 toneladas.

### **Sección de rebobinado**

Ahora el papel es llevado a la sección de rebobinado donde se bobina y corta nuevamente pero a diferencia en este proceso se le coloca el tuco y se libera el eje (pope). El papel es cortado según los requerimientos del cliente por dos procesos de corte. Si el pedido es de cintas, pasan al corte de las máquinas cinteras, que son más pequeñas y cortan en tucos más angostos de 8.5 cm de ancho, por lo general. Las cintas segmentadas pero aun juntas, son separadas con una cuña y una comba manualmente y apiladas para ser llevadas por un montacargas a la sección de almacén de producto terminado.



### **Embalaje y etiquetado**

Las bobinas presentan ahora un papel de calidad adecuada, con el ancho, diámetro y gramaje encargado por el cliente/usuario final. A fin de proteger las bobinas durante la cadena de transporte, se embalan con una envoltura impermeable y se etiquetan con la información necesaria para facilitar su identificación. Las bobinas están ahora listas para su traslado a una unidad de almacenamiento o directamente al cliente.

**Figura 13: Cintas de papel etiquetadas y embaladas**



### **Sección de almacén de producto terminado**

El producto es forrado nuevamente en grupos de bobinas y apilado en el almacén hasta que sea entregado, revisado y recibido conforme por el cliente. Los encargados del área realizan un check list de calidad antes de enviar el producto hacia el cliente garantizando la buena calidad y evitando rechazos posteriormente.

**Figura 14: Bobinas almacenadas para su despacho**



### **2.7.2 Situación actual**

Industrias del papel S.A en la actualidad busca comprometerse con la calidad de sus productos para poder abordar mayor mercado, asimismo se planteó como objetivo principal hacia el año 2021 aumentar su producción en 1200 ton/año y para ello necesita de optar con la confiabilidad en máquina papelera para poder cumplir con las metas trazadas.

En esta investigación se va dar enfoque al área de mantenimiento, donde en el último periodo 2017 y 2018 se tuvieron constantes bajas con respecto a la disponibilidad de la máquina papelera. Es por ello que se realiza un análisis del problema (capítulo I) recaudando información y data por parte de la jefatura, supervisión y personal de mantenimiento.

La evaluación del mantenimiento actual en la empresa está enfocado a la disponibilidad de maquina donde por medio de la herramienta del RCM ayudará (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) se va mejorar la gestión de mantenimiento. Para ello según los resultados se puede mencionar que si bien es cierto la disponibilidad actual bordea los 90%; se tiene como objetivo principal llegar mínimo al 97%.

Por otro lado se puede observar que el cumplimiento de las horas programadas por mantenimiento no se está cumpliendo y lo demuestran el 37% de cumplimiento del total de las horas perdidas por mantenimiento. Esto quiere decir que el 63% restante, es netamente mantenimiento correctivo; acción después de ocurrido la falla. Y es en este punto crítico donde se va intervenir controlando y mejorando las intervenciones con estadísticas y aplicadas in situ.

Para iniciar y mantener el proceso de mejora se va a crear un programa de mantenimiento preventivo con frecuencia de acuerdo a su criticidad, llevando controles de ejecución y compartiendo formatos que ayuden al registro y toma de datos sobre las fallas mecánicas por áreas; las ordenes de trabajo. La solicitud de mantenimiento será administrado por los diferentes usuarios internos que necesite intervenir la máquina o equipo. Y el control de las horas perdidas por mantenimiento serán revisadas mes a mes como indicador principal con el fin de garantizar la máxima disponibilidad en la maquina papelera y por ende aumentar la productividad de la planta.

A continuación se demuestra lo planteado con las variables independientes y dependientes con sus respectivos indicadores de medición.

### 2.7.2.1 Variable Independiente: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad)

Se tomaron registro de datos con la frecuencia de fallas y la cantidad de horas programadas por producción para saber el tiempo promedio entre fallos y calcular el tiempo promedio entre reparación, esto significa cuanto tiempo se demora en poner operativo la máquina o equipo.

**Tabla 6: Análisis de tiempo promedio entre fallos - Antes**

| TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS (MTBF) |          |                                   |                                   |                              |                    |                         | $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$ |                   |
|-------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|---|-------------------|
| PERIODO 2018                        |          | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS) | CANTIDAD DE FALLAS POR SECCIONES  |                              |                    |                         | TOTAL N° DE FALLAS  | RESULTADO (HORAS) |
|                                     |          |                                   | MOLIENDA / PREPARACIÓN . DE PASTA | PRENSADO / MESA DE FORMACIÓN | CALDERO/ SECADORES | REBOBINADO / CONVERSIÓN |   |                   |
| ENERO                               | SEMANA 1 | 144                               | 4                                 | 3                            | 2                  | 2                       | 11  | 13,09             |
|                                     | SEMANA 2 | 144                               | 1                                 | 0                            | 2                  | 3                       | 6   | 24,00             |
|                                     | SEMANA 3 | 144                               | 2                                 | 3                            | 2                  | 2                       | 9   | 16,00             |
|                                     | SEMANA 4 | 144                               | 1                                 | 1                            | 2                  | 0                       | 4   | 36,00             |
| RESUMEN                             |          | 576                               | 8                                 | 7                            | 8                  | 7                       | 30  | 19,20             |
| FEBRERO                             | SEMANA 1 | 168                               | 4                                 | 6                            | 2                  | 2                       | 14  | 12,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 168                               | 4                                 | 2                            | 2                  | 3                       | 11  | 15,27             |
|                                     | SEMANA 3 | 168                               | 2                                 | 3                            | 1                  | 3                       | 9   | 18,67             |
|                                     | SEMANA 4 | 168                               | 5                                 | 2                            | 1                  | 4                       | 12  | 14,00             |
| RESUMEN                             |          | 672                               | 15                                | 13                           | 6                  | 12                      | 46  | 14,61             |
| MARZO                               | SEMANA 1 | 186                               | 1                                 | 2                            | 0                  | 2                       | 5   | 37,20             |
|                                     | SEMANA 2 | 186                               | 5                                 | 3                            | 1                  | 0                       | 9   | 20,67             |
|                                     | SEMANA 3 | 186                               | 2                                 | 5                            | 4                  | 2                       | 13  | 14,31             |
|                                     | SEMANA 4 | 186                               | 1                                 | 0                            | 3                  | 1                       | 5   | 37,20             |
| RESUMEN                             |          | 744                               | 9                                 | 10                           | 8                  | 5                       | 32  | 23,25             |
| ABRIL                               | SEMANA 1 | 180                               | 4                                 | 2                            | 1                  | 5                       | 12  | 15,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 180                               | 3                                 | 4                            | 4                  | 2                       | 13  | 13,85             |
|                                     | SEMANA 3 | 180                               | 2                                 | 5                            | 4                  | 0                       | 11  | 16,36             |
|                                     | SEMANA 4 | 180                               | 1                                 | 3                            | 1                  | 1                       | 6   | 30,00             |
| RESUMEN                             |          | 720                               | 10                                | 14                           | 10                 | 8                       | 42  | 17,14             |
| MAYO                                | SEMANA 1 | 174                               | 1                                 | 2                            | 2                  | 1                       | 6   | 29,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 174                               | 1                                 | 1                            | 4                  | 2                       | 8   | 21,75             |
|                                     | SEMANA 3 | 174                               | 4                                 | 2                            | 6                  | 0                       | 12  | 14,50             |
|                                     | SEMANA 4 | 174                               | 2                                 | 0                            | 0                  | 3                       | 5   | 34,80             |
| RESUMEN                             |          | 696                               | 8                                 | 5                            | 12                 | 6                       | 31  | 22,45             |
| TOTAL                               |          | 3408                              | 50                                | 49                           | 44                 | 38                      | 181   | 18,83             |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 6, se puede apreciar como resultado del periodo de Enero a Mayo un promedio de 18.83 horas/falla, y esto significa que dentro de la máquina papelera ocurre una falla o avería en cada 18.83 horas. Asimismo se puede observar que la sección con mayor ocurrencia es la de molienda y preparación de pasta con 50 intervenciones.

**Tabla 7: Análisis de tiempo promedio en reparación - Antes**

| TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN (MTTR) |          |  |                              |                    |                         | $MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Nº de fallas}}$ |                    |                   |
|--------------------------------------|----------|--|------------------------------|--------------------|-------------------------|---|--------------------|-------------------|
| PERIODO 2018                         |          | CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES |                              |                    |                         | TIEMPO PARA RESTAURAR   | TOTAL N° DE FALLAS | RESULTADO (HORAS) |
|                                      |          | MOLIENDA / PREPARACIÓN. DE PASTA         | PRENSADO / MESA DE FORMACIÓN | CALDERO/ SECADORES | REBOBINADO / CONVERSIÓN |   |                    |                   |
| ENERO                                | SEMANA 1 | 2,75                                     | 1,5                          | 1,33               | 1,25                    | 6,83  | 11                 | 0,62              |
|                                      | SEMANA 2 | 2,85                                     | 1,35                         | 1,2                | 2,55                    | 7,95  | 6                  | 1,33              |
|                                      | SEMANA 3 | 5,71                                     | 3,22                         | 2,45               | 3,16                    | 14,54   | 9                  | 1,62              |
|                                      | SEMANA 4 | 2,3                                      | 1,56                         | 2,26               | 2,45                    | 8,57  | 4                  | 2,14              |
| RESUMEN                              |          | 13,61                                    | 7,63                         | 7,24               | 9,41                    | 37,89   | 30                 | 1,26              |
| FEBRERO                              | SEMANA 1 | 4,55                                     | 3,31                         | 2,25               | 2,83                    | 12,94   | 14                 | 0,92              |
|                                      | SEMANA 2 | 6,54                                     | 5,23                         | 4,25               | 5,55                    | 21,57   | 11                 | 1,96              |
|                                      | SEMANA 3 | 5,95                                     | 3,75                         | 3,86               | 4,21                    | 17,77   | 9                  | 1,97              |
|                                      | SEMANA 4 | 2,69                                     | 2,34                         | 1,57               | 1,65                    | 8,25  | 12                 | 0,69              |
| RESUMEN                              |          | 19,73                                    | 14,63                        | 11,93              | 14,24                   | 60,53   | 46                 | 1,32              |
| MARZO                                | SEMANA 1 | 2,54                                     | 4,45                         | 3,21               | 0,63                    | 10,83   | 5                  | 2,17              |
|                                      | SEMANA 2 | 6,07                                     | 7,73                         | 5,25               | 1,95                    | 21  | 9                  | 2,33              |
|                                      | SEMANA 3 | 4,52                                     | 3,71                         | 5,52               | 3,25                    | 17  | 13                 | 1,31              |
|                                      | SEMANA 4 | 4,73                                     | 2,42                         | 4,51               | 2,34                    | 14  | 5                  | 2,80              |
| RESUMEN                              |          | 17,86                                    | 18,31                        | 18,49              | 8,17                    | 62,83   | 32                 | 1,96              |
| ABRIL                                | SEMANA 1 | 3,45                                     | 2,56                         | 2,45               | 1,93                    | 10,39   | 12                 | 0,87              |
|                                      | SEMANA 2 | 8,95                                     | 6,58                         | 5,35               | 2,94                    | 23,82   | 13                 | 1,83              |
|                                      | SEMANA 3 | 3,22                                     | 3,14                         | 3,12               | 1,59                    | 11,07   | 11                 | 1,01              |
|                                      | SEMANA 4 | 4,23                                     | 2,56                         | 3,45               | 1,76                    | 12  | 6                  | 2,00              |
| RESUMEN                              |          | 19,85                                    | 14,84                        | 14,37              | 8,22                    | 57,28   | 42                 | 1,36              |
| MAYO                                 | SEMANA 1 | 2,4                                      | 6,51                         | 3,38               | 3,21                    | 15,5  | 6                  | 2,58              |
|                                      | SEMANA 2 | 4,12                                     | 4,1                          | 2,24               | 3,52                    | 13,98   | 8                  | 1,75              |
|                                      | SEMANA 3 | 3,21                                     | 2,98                         | 1,72               | 1,84                    | 9,75  | 12                 | 0,81              |
|                                      | SEMANA 4 | 1,11                                     | 3,45                         | 2,21               | 3,48                    | 10,25   | 5                  | 2,05              |
| RESUMEN                              |          | 10,84                                    | 17,04                        | 9,55               | 12,05                   | 49,48   | 31                 | 1,60              |
| TOTAL                                |          | 81,89                                    | 72,45                        | 61,58              | 52,09                   | 268,01  | 181                | 1,48              |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 7 se observa los resultados de Enero a Mayo con 1.48 horas/falla. Esto quiere decir que el tiempo de demora en solucionar la avería o falla en la máquina papelera actualmente es de 1.48 horas. Asimismo podemos observar que el mayor tiempo de las intervenciones fue en la sección de molienda y preparación de pasta con 81.89 horas.

**Tabla 8: Resumen Análisis de confiabilidad – Antes**

| INDICADOR   | APLICACIÓN                    | RESULTADO         |
|---|-------------------------------|-------------------|
| $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$   | TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS  | 18.83 horas/falla |
| $MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Nº de fallas}}$ | TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN | 1.48 horas        |

Fuente: elaboración propia



### 2.7.2.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento

Para el estudio de la variable dependiente se utilizaron dos dimensiones: Disponibilidad e Índice de mantenimiento programado, con lo cual, vamos a cuantificar el cumplimiento actual con respecto a las horas para por mantenimiento y el índice de cumplimiento.

#### Disponibilidad

**Tabla 9: Disponibilidad de máquina papelera MP3 - Antes**

| DISPONIBILIDAD |          |                         |  |                                    |                       |                            |                      |             |
|----------------|----------|-------------------------|--|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|-------------|
| PERIODO 2018   |          | TOTAL HORAS PROGRAMADAS | CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES |                                    |                       |                            | TOTAL HORAS PERDIDAS | RESULTADO % |
|                |          |                         | MOLIENDA/<br>PREPARACIÓN<br>DE PASTA     | PRENSADO /<br>MESA DE<br>FORMACIÓN | CALDERO/<br>SECADORES | REBOBINADO /<br>CONVERSIÓN |                      |             |
| ENERO          | SEMANA 1 | 144                     | 2,75                                     | 1,5                                | 1,33                  | 1,25                       | 6,83                 | 95,26%      |
|                | SEMANA 2 | 144                     | 2,85                                     | 1,35                               | 1,2                   | 2,55                       | 7,95                 | 94,48%      |
|                | SEMANA 3 | 144                     | 5,71                                     | 3,22                               | 2,45                  | 3,16                       | 14,54                | 89,90%      |
|                | SEMANA 4 | 144                     | 2,3                                      | 1,56                               | 2,26                  | 2,45                       | 8,57                 | 94,05%      |
| RESUMEN        |          | 576                     |  |                                    |                       |                            | 37,89                | 93,42%      |
| FEBRERO        | SEMANA 1 | 168                     | 4,55                                     | 3,31                               | 2,25                  | 2,83                       | 12,94                | 92,30%      |
|                | SEMANA 2 | 168                     | 6,54                                     | 5,23                               | 4,25                  | 5,55                       | 21,57                | 87,16%      |
|                | SEMANA 3 | 168                     | 5,95                                     | 3,75                               | 3,86                  | 4,21                       | 17,77                | 89,42%      |
|                | SEMANA 4 | 168                     | 2,69                                     | 2,34                               | 1,57                  | 1,65                       | 8,25                 | 95,09%      |
| RESUMEN        |          | 672                     |  |                                    |                       |                            | 60,53                | 90,99%      |
| MARZO          | SEMANA 1 | 186                     | 2,54                                     | 4,45                               | 3,21                  | 0,63                       | 10,83                | 94,18%      |
|                | SEMANA 2 | 186                     | 6,07                                     | 7,73                               | 5,25                  | 1,95                       | 21                   | 88,71%      |
|                | SEMANA 3 | 186                     | 4,52                                     | 3,71                               | 5,52                  | 3,25                       | 17                   | 90,86%      |
|                | SEMANA 4 | 186                     | 4,73                                     | 2,42                               | 4,51                  | 2,34                       | 14                   | 92,47%      |
| RESUMEN        |          | 744                     |  |                                    |                       |                            | 62,83                | 91,56%      |
| ABRIL          | SEMANA 1 | 180                     | 3,45                                     | 2,56                               | 2,45                  | 1,93                       | 10,39                | 94,23%      |
|                | SEMANA 2 | 180                     | 8,95                                     | 6,58                               | 5,35                  | 2,94                       | 23,82                | 86,77%      |
|                | SEMANA 3 | 180                     | 3,22                                     | 3,14                               | 3,12                  | 1,59                       | 11,07                | 93,85%      |
|                | SEMANA 4 | 180                     | 4,23                                     | 2,56                               | 3,45                  | 1,76                       | 12                   | 93,33%      |
| RESUMEN        |          | 720                     |  |                                    |                       |                            | 57,28                | 92,04%      |
| MAYO           | SEMANA 1 | 174                     | 2,4                                      | 6,51                               | 3,38                  | 3,21                       | 15,5                 | 91,09%      |
|                | SEMANA 2 | 174                     | 4,12                                     | 4,1                                | 2,24                  | 3,52                       | 13,98                | 91,97%      |
|                | SEMANA 3 | 174                     | 3,21                                     | 2,98                               | 1,72                  | 1,84                       | 9,75                 | 94,40%      |
|                | SEMANA 4 | 174                     | 1,11                                     | 3,45                               | 2,21                  | 3,48                       | 10,25                | 94,11%      |
| RESUMEN        |          | 696                     |  |                                    |                       |                            | 49,48                | 92,89%      |
|                |          |                         |  |                                    |                       |                            | PROMEDIO             | 92,18%      |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 9, se observa la disponibilidad de máquina en un promedio de 92.18%, con respecto a las horas programadas por producción durante los periodo de Enero a Mayo del 2018.

## Índice de mantenimiento programado

En esta parte se va determinar el cumplimiento de mantenimiento programado en la gestión de mantenimiento, para ello, se toma como referencia las horas programadas y el total de horas dedicados a la intervención de la máquina.

**Tabla 10: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado - Antes**

| INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO |          |                                   |                                 |             |
|------------------------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|
| PERIODO 2018                       |          | HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | HORAS TOTALES POR MANTENIMIENTO | RESULTADO % |
| ENERO                              | SEMANA 1 | 2                                 | 6,83                            | 29,28%      |
|                                    | SEMANA 2 | 2,5                               | 7,95                            | 31,45%      |
|                                    | SEMANA 3 | 3,7                               | 14,54                           | 25,45%      |
|                                    | SEMANA 4 | 2,25                              | 8,57                            | 26,25%      |
| RESUMEN                            |          | 10,45                             | 37,89                           | 27,58%      |
| FEBRERO                            | SEMANA 1 | 3,3                               | 12,94                           | 25,50%      |
|                                    | SEMANA 2 | 5,75                              | 21,57                           | 26,66%      |
|                                    | SEMANA 3 | 4                                 | 17,77                           | 22,51%      |
|                                    | SEMANA 4 | 3,75                              | 8,25                            | 45,45%      |
| RESUMEN                            |          | 16,8                              | 60,53                           | 27,75%      |
| MARZO                              | SEMANA 1 | 5,25                              | 10,83                           | 48,48%      |
|                                    | SEMANA 2 | 8,25                              | 21                              | 39,29%      |
|                                    | SEMANA 3 | 7,25                              | 17                              | 42,65%      |
|                                    | SEMANA 4 | 3,75                              | 14                              | 26,79%      |
| RESUMEN                            |          | 24,5                              | 62,83                           | 38,99%      |
| ABRIL                              | SEMANA 1 | 4,75                              | 10,39                           | 45,72%      |
|                                    | SEMANA 2 | 13,15                             | 23,82                           | 55,21%      |
|                                    | SEMANA 3 | 5,01                              | 11,07                           | 45,26%      |
|                                    | SEMANA 4 | 4,5                               | 12                              | 37,50%      |
| RESUMEN                            |          | 27,41                             | 57,28                           | 47,85%      |
| MAYO                               | SEMANA 1 | 7,25                              | 15,5                            | 46,77%      |
|                                    | SEMANA 2 | 6,21                              | 13,98                           | 44,42%      |
|                                    | SEMANA 3 | 3,25                              | 9,75                            | 33,33%      |
|                                    | SEMANA 4 | 5,46                              | 10,25                           | 53,27%      |
| RESUMEN                            |          | 22,17                             | 49,48                           | 44,81%      |
|                                    |          |                                   | PROMEDIO                        | 37,56%      |

Fuente: Datos de la empresa

En la tabla 10, se detalla el 37.56 %, siendo promedio del total de horas dedicadas al mantenimiento de la máquina papelerera durante los periodos de Enero y Mayo.

### 2.7.2.3 Indicador de la gestión de mantenimiento actual

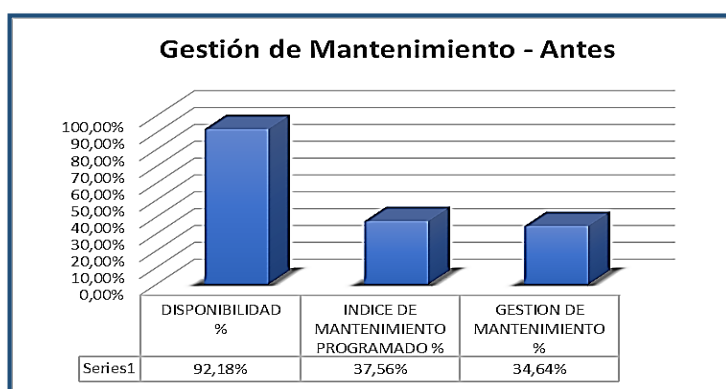
Según la Tabla 11, se demuestra que la situación actual de la gestión de mantenimiento durante las 20 semanas es de 34.64%, como resultado por el producto de disponibilidad y el índice de mantenimiento. Del mismo modo se puede apreciar que el índice de mantenimiento programado es muy bajo con 37.56% afectando considerablemente el resultado final debido a que no se cumple con el mantenimiento preventivo.

**Tabla 11: Tendencia de la gestión de mantenimiento - Antes**

| TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ANTES |                  |                                      |                            |
|--|------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| PERIODO                                  | DISPONIBILIDAD % | INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO % | GESTION DE MANTENIMIENTO % |
| SEMANA 1                                 | 95,26            | 29,28                                | 27,89                      |
| SEMANA 2                                 | 94,48            | 31,45                                | 29,71                      |
| SEMANA 3                                 | 89,90            | 25,45                                | 22,88                      |
| SEMANA 4                                 | 94,05            | 26,25                                | 24,69                      |
| SEMANA 5                                 | 92,30            | 25,50                                | 23,54                      |
| SEMANA 6                                 | 87,16            | 26,66                                | 23,24                      |
| SEMANA 7                                 | 89,42            | 22,51                                | 20,13                      |
| SEMANA 8                                 | 95,09            | 45,45                                | 43,22                      |
| SEMANA 9                                 | 94,18            | 48,48                                | 45,65                      |
| SEMANA 10                                | 88,71            | 39,29                                | 34,85                      |
| SEMANA 11                                | 90,86            | 42,65                                | 38,75                      |
| SEMANA 12                                | 92,47            | 26,79                                | 24,77                      |
| SEMANA 13                                | 94,23            | 45,72                                | 43,08                      |
| SEMANA 14                                | 86,77            | 55,21                                | 47,90                      |
| SEMANA 15                                | 93,85            | 45,26                                | 42,48                      |
| SEMANA 16                                | 93,33            | 37,50                                | 35,00                      |
| SEMANA 17                                | 91,09            | 46,77                                | 42,60                      |
| SEMANA 18                                | 91,97            | 44,42                                | 40,85                      |
| SEMANA 19                                | 94,40            | 33,33                                | 31,46                      |
| SEMANA 20                                | 94,11            | 53,27                                | 50,13                      |
| PROMEDIO                                 | 92,18            | 37,56                                | 34,64%                     |

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3: Resultado de la gestión de Mantenimiento Antes**



Fuente: elaboración propia

#### 2.7.2.4 Análisis económico antes

Tabla 12: Cálculo de pérdida de dinero por horas paradas

| <b>CÁLCULO DE PÉRDIDA (\$) POR HORAS PARADAS</b> |                  |                       |                               |                                     |
|--|------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| <b>PERIODO</b>                                   |                  | <b>Horas perdidas</b> | <b>Costo por hora perdida</b> | <b>Costo total por hora perdida</b> |
| <b>ENERO</b>                                     | <b>SEMANA 1</b>  | 6,83                  | \$1800,0                      | \$12294,0                           |
|  | <b>SEMANA 2</b>  | 7,95                  |                               | \$14310,0                           |
|  | <b>SEMANA 3</b>  | 14,54                 |                               | \$26172,0                           |
|  | <b>SEMANA 4</b>  | 8,57                  |                               | \$15426,0                           |
| <b>FEBRERO</b>                                   | <b>SEMANA 5</b>  | 12,94                 |                               | \$23292,0                           |
|  | <b>SEMANA 6</b>  | 21,57                 |                               | \$38826,0                           |
|  | <b>SEMANA 7</b>  | 17,77                 |                               | \$31986,0                           |
|  | <b>SEMANA 8</b>  | 8,25                  |                               | \$14850,0                           |
| <b>MARZO</b>                                     | <b>SEMANA 9</b>  | 10,83                 |                               | \$19494,0                           |
|  | <b>SEMANA 10</b> | 21                    |                               | \$37800,0                           |
|  | <b>SEMANA 11</b> | 17                    |                               | \$30600,0                           |
|  | <b>SEMANA 12</b> | 14                    |                               | \$25200,0                           |
| <b>ABRIL</b>                                     | <b>SEMANA 13</b> | 10,39                 |                               | \$18702,0                           |
|  | <b>SEMANA 14</b> | 23,82                 |                               | \$42876,0                           |
|  | <b>SEMANA 15</b> | 11,07                 |                               | \$19926,0                           |
|  | <b>SEMANA 16</b> | 12                    |                               | \$21600,0                           |
| <b>MAYO</b>                                      | <b>SEMANA 17</b> | 15,5                  |                               | \$27900,0                           |
|  | <b>SEMANA 18</b> | 13,98                 |                               | \$25164,0                           |
|  | <b>SEMANA 19</b> | 9,75                  |                               | \$17550,0                           |
|  | <b>SEMANA 20</b> | 10,25                 |                               | \$18450,0                           |
| <b>Total horas</b>                               |                  | <b>268,01</b>         | <b>Total \$</b>               | <b>\$482418,0</b>                   |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 12, se puede mencionar que durante el periodo de Enero a Mayo distribuido en 20 semanas de estudio se obtuvieron como resultado pre-test un total de 268.01 horas perdidas equivalente a \$482.418 dólares.

### 2.7.3 Desarrollo de la propuesta

De acuerdo a los problemas presentados en la primera parte y el análisis de diagrama de Ishikawa (capítulo I), se realizó un plan de acción para poder atacarlos desde el punto de origen con la finalidad de apoyar a garantizar mayor disponibilidad en la máquina.

A continuación se va plantear las siguientes propuestas de acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla de correlación priorizando para las causas más críticas.

**-Deficiente mantenimiento preventivo:** Para conseguir mayor eficiencia dentro del mantenimiento preventivo, se va elaborar un programa de mantenimiento específico distribuido por secciones con toda la lista de quipos existentes en planta. Además se adicionara una frecuencia de periodicidad y un control de horas de ejecución para cada tarea programada. En el gráfico n° 4 se describe el formato de orden de trabajo con tareas asignadas de acuerdo al programa de mantenimiento para luego ser distribuidas semanalmente al personal de mantenimiento.

**Gráfico 4: Formato de orden de trabajo**

| <b>ORDEN DE TRABAJO</b>  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <b>MES DE PROGRAMACIÓN</b>   |  | <b>SECCIÓN DE PLANTA</b>   |   |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <b>Fecha OT</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <b>N° OT</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Tarea</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> </div>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <b>Prioridad</b><br/> <input type="checkbox"/> ALTA<br/> <input type="checkbox"/> MEDIA<br/> <input type="checkbox"/> BAJA         </div>                       | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Tipo de mantenimiento</b><br/> <input type="checkbox"/> 1. PREVENTIVO ELÉCTRICO<br/> <input type="checkbox"/> 2. PREVENTIVO MECÁNICO<br/> <input type="checkbox"/> 3. PREVENTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO<br/> <input type="checkbox"/> 4. PREDICTIVO<br/> <input type="checkbox"/> 5. INFRAESTRUCTURA<br/> <input type="checkbox"/> 6. MEJORAS<br/> <input type="checkbox"/> 7. PROYECTOS<br/> <input type="checkbox"/> 8. SEGURIDAD<br/> <input type="checkbox"/> 9. CORRECTIVO URGENTE<br/> <input type="checkbox"/> 10. CORRECTIVO PROGRAMADO         </div> |   |
| <b>Asignado por:</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  |  |  |   |
| <b>Descripción de tarea:</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div>  |  |  |   |
| <b>Código ítem</b><br><input style="width: 100%;" type="text"/>  | <b>Descripción ítem</b><br><input style="width: 100%;" type="text"/>   | <b>Fecha de inicio</b> /    /<br><b>Fecha de término</b> /    /  |   |
| <b>Ejecutor (es)</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>   | <b>Cargo</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div> | <b>Tiempo programado</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <b>Hora</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> </div> <b>Tiempo empleado</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Hora</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> </div>  |   |
| <b>Repuesto / Servicio</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>   |  | <b>Cantidad</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>  | <b>Unidad de medida</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div> |
| <b>Instrucciones (Marcar el párrafo con <input checked="" type="checkbox"/> solo si corresponde para el trabajo designado)</b>   |  |  |   |
| <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 1. Gestionar el permiso de trabajo en caliente</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 2. Gestionar el permiso de trabajo en altura</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 3. Gestionar el permiso de trabajo en espacio confinado</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 4. Coordinar con el supervisor de producción</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 5. Desenergizar el tablero eléctrico</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 6. Colocar avisos y rotulados de prevención.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 7. Verificar el uso correcto de los EPP's personales</div> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 8. Marcar el equipo a desmontar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 9. Tomar datos del equipo que se va intervenir</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 10. Evaluar el estado del equipo</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 11. Realizar las correcciones necesarias</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 12. Hacer las pruebas de operatividad.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 13. Entregar el equipo operativo al cliente interno.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> 14. Al concluir el trabajo dejar el área limpia y ordenada</div> </div> </div> |  |  |   |
| <b>Observaciones</b><br><div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 5px;"></div>  |  |  |   |
| <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <b>Responsable 1</b>  | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <b>Responsable 2</b>  | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <b>V° B° Responsable de área</b>  | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <b>V° B° Mantenimiento</b>   |

*Fuente: elaboración propia*

**-Inspección deficiente:** Ante este inconveniente se ha propuesto establecer charlas de buenas prácticas y cultura de mantenimiento (gráfico n°5), para que el personal tenga mayor conciencia de que la información generada dentro de una orden de trabajo debe ser verídica, confiable y a tiempo. Asimismo se va desplegar toda información acerca del análisis de confiabilidad para que toda el área se comprometa hacia un mismo objetivo.

**Gráfico 5: Formato de registro charla de inducción y capacitación**

|  |  | REGISTRO DE INDUCCION, CHARLA DE SEGURIDAD, CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO |           |               |       |               |  |
|---|--|--|-----------|---------------|-------|---------------|--|
| <p align="center">Marcan con una (X), según corresponda</p>                       |  |  |           |               |       |               |  |
| INDUCCION   |  | CAPACITACIÓN   |           | ENTRENAMIENTO |       | SIMULACRO     |  |
| VISITA GUIADA   |  | OTROS  |           |               |       |               |  |
| TEMA  |  |  |           |               |       |               |  |
| CONTENIDO   |  |  |           |               |       |               |  |
| NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR   |  |  |           |               |       |               |  |
| DNI:  |  | Firma:   |           |               |       |               |  |
| Fecha:  |  | Hora de inicio   |           | Hora de fin:  |       |               |  |
| Nº  | APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS | CODIGO   | Nº DNI/CE | AREA          | FIRMA | OBSERVACIONES |  |
| 1   |  |  |           |               |       |               |  |
| 2   |  |  |           |               |       |               |  |
| 3   |  |  |           |               |       |               |  |
| 4   |  |  |           |               |       |               |  |
| 5   |  |  |           |               |       |               |  |
| 6   |  |  |           |               |       |               |  |
| 7   |  |  |           |               |       |               |  |
| 8   |  |  |           |               |       |               |  |
| 9   |  |  |           |               |       |               |  |
| 10  |  |  |           |               |       |               |  |
| 11  |  |  |           |               |       |               |  |
| 12  |  |  |           |               |       |               |  |
| 13  |  |  |           |               |       |               |  |
| 14  |  |  |           |               |       |               |  |
| 15  |  |  |           |               |       |               |  |
| 16  |  |  |           |               |       |               |  |
| 17  |  |  |           |               |       |               |  |
| 18  |  |  |           |               |       |               |  |
| 19  |  |  |           |               |       |               |  |
| 20  |  |  |           |               |       |               |  |
| RESPONSABLE DEL REGISTRO  |  |  |           |               |       |               |  |
| Nombre:   |  |  |           | Cargo:        |       |               |  |
| Fecha:  |  |  |           | Firma:        |       |               |  |

*Fuente: elaboración propia*

### Gráfico 6: Historial digital de equipos y/o máquina

*Fuente: elaboración propia*

63


### Gráfico 7: Indicador de cumplimiento mensual por trabajador

| CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO |                                     |                    |                               | %<br>CUMPLIMIENTO =              | tareas ejecutadas<br>total tareas programadas |
|---|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|
| Mes de Programación                                   | TOTAL ORDENES DE TRABAJO PREVENTIVO |                    |                               |                                  |   |
|   | Nombre de trabajador                | Tareas Programadas | Tareas Programadas Ejecutadas | Tareas Programadas NO Ejecutadas | % CUMPLIMIENTO                                |
| 1   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 2   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 3   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 4   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 5   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 6   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 7   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 8   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 9   |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 10  |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 11  |                                     |                    |                               |                                  |   |
| 12  |                                     |                    |                               |                                  |   |

*Fuente: elaboración propia*

**-Insuficiente mantenimiento predictivo:** Se creará un programa de mantenimiento predictivo y formatos de lubricación de la máquina papelera y equipos (gráfico n°8), con la finalidad de generar una ruta de lubricación con frecuencia facilitando el trabajo del personal encargado enfatizando el análisis de temperatura, lubricación y temperatura.

### Gráfico 8: Check list de mantenimiento predictivo

|  | <b>CHECK LIST DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b> |    |      |            |               |
|---|---|----|------|------------|---------------|
| NOMBRE DE EQUIPO  |   |    |      |            | RESPONSABLE   |
| SECCIÓN   |   |    |      |            | FECHA         |
| PUNTOS DE LUBRICACION   | EJECUCION                                     |    |      |            | OBSERVACIONES |
|   | LUBRICACION                                   | °C | mm/s | FRECUENCIA |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |
|   |   |    |      |            |               |

LUBRICANTE: GRASA LITICA COMPLEJA INDUSTRIAL 2 , REPSOL

*Fuente: elaboración propia*



**-Hoja de información RCM:** La hoja de información en el mantenimiento centrado en la confiabilidad nos ayuda a poder realizar un análisis de falla tipo causa raíz para poder observar los efectos que este produce en cada parada del equipo. Asimismo dentro de este análisis se logra poder escoger las mejores prácticas para la intervención del equipo. Al mismo tiempo esta hoja de información RCM (anexo 13), ayuda a obtener un registro de fallas por cada equipo y su historial característico.

**Gráfico 9: Hoja de información en Tromel de limpieza – Pulper n°2**

| HOJA DE INFORMACIÓN RCM |  | AREA O SECCIÓN   |   | MOLIENDA           |  |                   |   |
|-------------------------|--|------------------|---|--------------------|--|-------------------|---|
|                         |  | MÁQUINA O EQUIPO |   | Hidropuler N°2     |  |                   |   |
| FECHA: 10/10/2018       |  | COMPONENTE       |   | Tromel de limpieza |  |                   |   |
| FUNCIÓN                 |  | FALLA FUNCIONAL  |   | MODO DE AVERIA     |  | EFECTOS DE AVERIA |   |
| 1                       | Transmitir movimiento del eje principal a tromel de limpieza | 1                | Imposibilidad de transmitir movimiento hacia tromel de limpieza | 1                  | falla en el acoplamiento                 | 1                 | parada de máquina, no hay transmisión en tromel     |
|                         |  |                  |   | 2                  | daño o desgaste excesivo en el engranaje | 2                 | dependiendo del grado de desgaste la cadena resbala |
|                         |  |                  |   | 3                  | bajo nivel de lubricación                | 3                 | recalentamiento de reductor                         |
|                         |  |                  |   | 4                  | rotura de cadena de transmisión          | 4                 | parada de máquina, se corta la transmisión          |
|                         |  |                  |   | 5                  | falla de rodamientos                     | 5                 | sonido excesivo, recalentamiento, mucha vibración   |

*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico n°9, se realiza un ejemplo del análisis de fallas del equipo Hidropulper N°2 y específicamente en el componente del tromel. A partir de la avería se describe su función principal, su falla funcional, el modo de falla y los efectos de la avería. Por tanto es recomendable para esta falla establecer periodicidad de inspecciones visuales en las partes del acoplamiento y estado de engranajes; puesto que de lo contrario se obtiene paradas imprevistas que se pudieron solucionar o prever con anticipación anteriormente.

**Gráfico 10: Hoja de información en Bomba de envío de pasta**

| HOJA DE INFORMACIÓN RCM |  | AREA O SECCIÓN   |                        | Preparación de pasta    |   |                   |   |
|-------------------------|--|------------------|------------------------|-------------------------|---|-------------------|---|
|                         |  | MÁQUINA O EQUIPO |                        | Bomba de envío de pasta |   |                   |   |
| FECHA: 10/10/2018       |  | COMPONENTE       |                        | Booster n°1             |   |                   |   |
| FUNCIÓN                 |  | FALLA FUNCIONAL  |                        | MODO DE AVERIA          |   | EFECTOS DE AVERIA |   |
| 1                       | Enviar pasta para almacenamiento en tina de pasta refinada | 1                | Dejar de bombear pasta | 1                       | Impulsor desgastado                                 | 1                 | baja capacidad de bombeo de pasta         |
|                         |  |                  |                        | 2                       | falla en el acoplamiento gumi                       | 2                 | parada intempestiva de la bomba           |
|                         |  |                  |                        | 3                       | cavitación en el sistema                            | 3                 | la bomba "succiona aire" y vibra          |
|                         |  |                  |                        | 4                       | obstrucción de la linea de ingreso de pasta         | 4                 | se obstruye el impulsor y se puede romper |
|                         |  |                  |                        | 5                       | sobrecarga de motor y accionamiento de rele termico | 5                 | parada intempestiva de la bomba           |
|                         |  |                  |                        | 6                       | rotura de eje principal                             | 6                 | deja de bombear                           |

Fuente: Elaboración propia

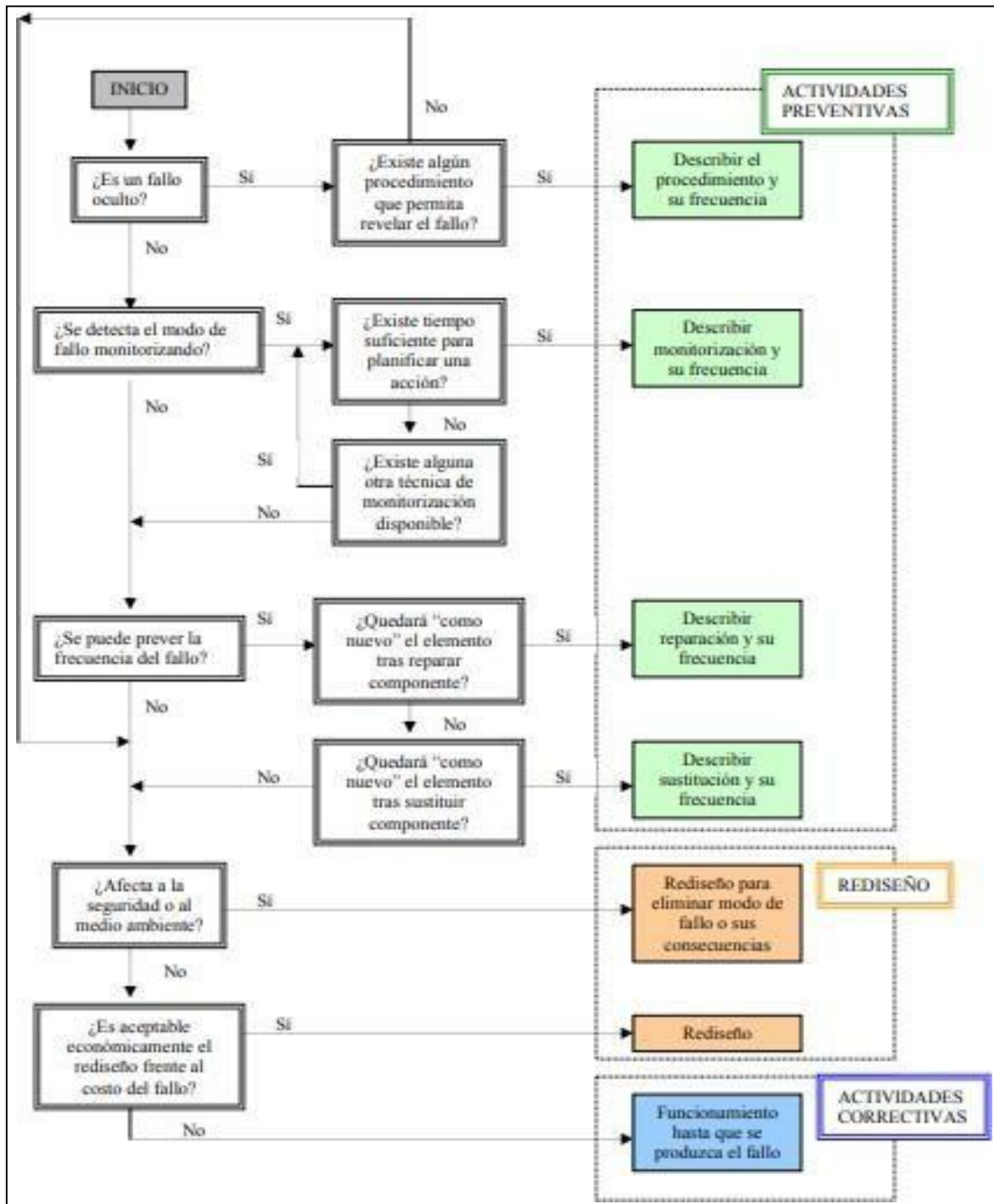
**Gráfico 11: Hoja de información de Rodillo superior SP2**

| HOJA DE INFORMACIÓN RCM |  | AREA O SECCIÓN   |   | Prensado             |   |                   |  |
|-------------------------|--|------------------|---|----------------------|---|-------------------|--|
|                         |  | MÁQUINA O EQUIPO |   | 2da prensa superior  |   |                   |  |
| FECHA: 05/11/2018       |  | COMPONENTE       |   | rodillo superior SP2 |   |                   |  |
| FUNCIÓN                 |  | FALLA FUNCIONAL  |   | MODO DE AVERIA       |   | EFECTOS DE AVERIA |  |
| 1                       | Ejercer presión entre 45-50bar sobre el ancho de papel | 1                | Incapacidad de presionar en paralelo toda la longitud del rollo inferior a 45 bar | 1                    | fuga de aire por mangueras y conexiones neumáticas      | 1                 | no acciona y deja de presionar el cilindro de metal hacia el papel |
|                         |  |                  |   | 2                    | falla en electroválvulas neumáticas                     | 2                 | deja de transmitir aire por ocasiones hacia rodillo de metal       |
|                         |  |                  |   | 3                    | desgaste de sellos en cilindro neumático                | 3                 | pérdida de presión en cilindro neumático                           |
|                         |  |                  |   | 4                    | caída de presión de aire en la linea                    | 4                 | baja presión en el sistema   |
|                         |  |                  |   | 5                    | rotura de vástago de cilindro neumático                 | 5                 | no acciona el cilindro neumático                                   |
|                         |  |                  |   | 6                    | desgaste excesivo en la superficie de cilindro de metal | 6                 | no presiona en paralelo toda la superficie                         |

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 12 se demuestra el árbol de decisión que nos permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. Donde al seleccionar la actividad más adecuada ayudará a mitigar las causas potenciales por las cuales se tuvo una falla principal.

**Gráfico 12: Árbol de decisión del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad**



Fuente: (Moubray, 2004).

#### **2.7.4 Implementación de la propuesta**

A continuación en el Gráfico 13, se presenta un listado de equipos generales. Enseguida en el Gráfico 14 se representa un diagrama de flujo con respecto a la creación de un trabajo con una orden de mantenimiento preventivo. Para ello se desarrolla un plan de programa maestro de mantenimiento (Gráfico 15) como ejemplo la sección de molienda del total del programa en el anexo 10 - 11, con un listado de tareas mecánicas y eléctricas de las máquinas y equipos; donde de acuerdo a la criticidad se establece una frecuencia de inspección asignando a cada trabajador órdenes de trabajo mensual con la finalidad de cumplir con el mantenimiento predictivo en planta y proporcionando información sobre anomalías o fallas encontradas durante la inspección.

A partir de la información de las órdenes de trabajo se establece un listado de intervenciones programadas con tiempo establecido de ejecución (Gráfico 16). Por consiguiente el personal de mantenimiento desarrolla una nueva orden de trabajo describiendo los detalles durante la intervención, los repuestos utilizados y las observaciones encontradas (Gráfico 17).

Ante lo mencionado se establecieron los siguientes pasos:

PASO 1: Realizar un listado general de equipos de planta general considerando todas las secciones de planta (Gráfico 13).

PASO 2: Con ayuda de la experiencia de la supervisión y la aprobación de la jefatura de mantenimiento se seleccionan prioridades y criticidad de equipos para decidir frecuencia de las intervenciones.

PASO 3: En reunión con el personal de mantenimiento se asignaron responsabilidades por secciones a cada trabajador, donde a fin de cada mes entregan sus reportes al jefe inmediato.

PASO 4: Se crea un archivo en Excel como programa maestro de mantenimiento donde a inicios de cada mes se entregará una cantidad de órdenes de trabajo a cada trabajador de acuerdo a la periodicidad de inspección.

PASO 5: Cada trabajador es responsable de entregar la orden de trabajo rellena y firmada con las observaciones encontradas durante la inspección.

PASO 6: Se crea un listado nuevo de tareas programadas de mantenimiento con hora de ejecución y responsable.

PASO 7: Se entrega la nueva orden de trabajo a cada trabajador con la finalidad de recaudar información durante la intervención y registro de datos con las firmas correspondientes.

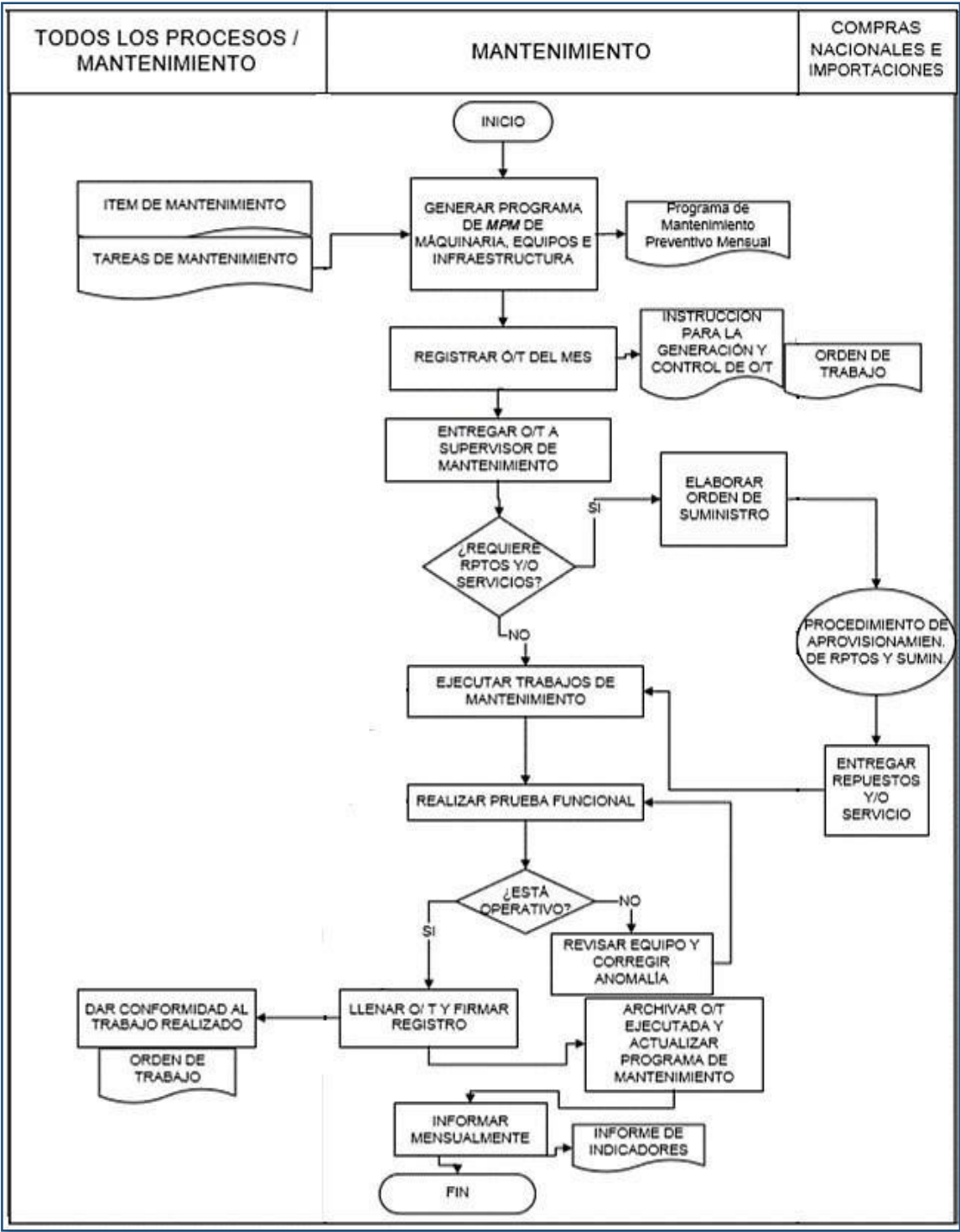
PASO 8: Se registran informaciones en un cuadro de Excel para cada historial de equipos.

**Gráfico 13: Listado de equipos**

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN MOLIENDA |                 |   |
|--------------------------------------|-----------------|---|
| CÓDIGO DE ITEM                       | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO   |
| <b>PR1MO1PU2</b>                     |                 | <b>PULPER N°2 – CHOSICANO</b>                                   |
|                                      | ME 001          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA PRINCIPAL DE PULPER N°2                    |
|                                      | BM 001          | BOMBA DE PASTA  |
|                                      | ME 002          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA                                   |
|                                      | BM 002          | BOMBA DE AGUA   |
|                                      | ME 003          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE AGUA                                    |
|                                      | ME 004          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL RAGUET                                 |
|                                      | ME 005          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL POLIPASTO                              |
| <b>PR1MO1PU3</b>                     |                 | <b>PULPER N°3 – HELICO</b>                                      |
|                                      | ME 006          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA PRINCIPAL DE PULPER                        |
|                                      | RM 001          | REDUCTOR DE PULPER  |
|                                      | BM 003          | BOMBA DE ACEITE   |
|                                      | ME 007          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE ACEITE                                  |
|                                      | ME 008          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE LA PERA                                |
|                                      | BM 004          | BOMBA DE PASTA ACEPTADA DE LA PERA                              |
|                                      | ME 009          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA ACEPTADA DE LA PERA               |
|                                      | BM 005          | BOMBA DE AGUA   |
|                                      | ME 010          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE AGUA                                    |
|                                      | RM 002          | REDUCTOR DE LA FAJA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA             |
|                                      | ME 011          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA FAJA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA |
| <b>PR1MO1PU4</b>                     |                 | <b>PULPER N°4 – CHILENO</b>                                     |
|                                      | ME 012          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PRINCIPAL DE PULPER                     |
|                                      | BM 006          | BOMBA DE PASTA  |
|                                      | ME 013          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA                                   |
|                                      | ME 014          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA PERA                                 |
|                                      | BM 007          | BOMBA DE PASTA ACEPTADA DE LA PERA                              |
|                                      | ME 015          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA ACEPTADA DE LA PERA               |
|                                      | RM 003          | REDUCTOR DEL TROMEL   |
|                                      | ME 016          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL TROMEL                                 |
|                                      | BM 008          | BOMBA DE AGUA   |
|                                      | ME 017          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE AGUA                                    |
|                                      | ME 018          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL RAGUET                                 |
|                                      | ME 019          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL POLIPASTO                              |
| <b>PR1MO1PU1</b>                     |                 | <b>PULPER N°1 – BROKE</b>                                       |
|                                      | ME 020          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PRINCIPAL DE PULPER N°1                 |
|                                      | BM 009          | BOMBA DE PASTA  |
|                                      | ME 021          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA                                   |
|                                      | BM 010          | BOMBA DE EVACUACION DE AGUA DELPOZO (SUMERGIBLE)                |
|                                      | ME 022          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE EVACUACION DE AGUA DELPOZO (SUMERGIBLE) |
|                                      | ME 023          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL AGITADOR DE PILETA DE PULPER           |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>36</b>       |   |
| <b>ESCALADEREFERENCIA</b>            |                 |   |
| CRITICO                              | 15              |   |
| IMPORTANTE                           | 21              |   |

Fuente: Datos de la empresa

Gráfico 14: Diagrama de flujo mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia

**Gráfico 15: Programa maestro de mantenimiento**

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |                                  |           |                  |   |                           |                   |                  |                   |
|---|----------------------------------|-----------|------------------|---|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| SECCION   | EQUIPO                           | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA  | ESTACIÓN DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE       | ULTIMA EJECUCIÓN | PRÓXIMA EJECUCIÓN |
| 02 MOLIENDA   | PULPER N°1 BROKE                 | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE FAJA DE TRANSMISION, CHUMACERAS, BOCINA, TAMIZ, ROTOR       | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 07/07/18         | 04/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR PRINCIPAL                  | MEDIA     | 6                | INSPECCION GENERAL A MOTOR  | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 09/06/18         | 06/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | TABLERO DE FUERZA Y MANDO        | ALTA      | 3                | INSPECCION, AJUSTES DE PERNERÍAS DEL TABLERO                              | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 10/10/18         | 08/01/19          |
| 02 MOLIENDA   | BOMBA DE DESCARGA                | MEDIA     | 6                | INSPECCION BOMBA DE DESCARGA  | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 16/05/18         | 12/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE BOMBA DESCARGA          | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE PASTA  | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 24/02/18         | 22/10/18          |
| 02 MOLIENDA   | PULPER N° 2                      | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE FAJA DE TRANSMISION, CHUMACERAS, OLLA, ROTOR, TAMIZ         | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 13/08/18         | 11/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR PRINCIPAL                  | ALTA      | 3                | INSPECCION GENERAL A MOTOR  | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 11/09/18         | 10/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | POLIPASTO                        | ALTA      | 2                | INSPECCION Y PRUEBA OPERATIVIDAD DEL POLIPASTO                            | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 13/10/18         | 12/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DEL POLIPASTO              | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DEL POLIPASTO D                                       | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 02/08/18         | 30/03/19          |
| 02 MOLIENDA   | BOMBA DE DESCARGA                | MEDIA     | 5                | INSPECCION A BOMBA DE DESCARGA  | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 07/06/18         | 04/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE BOMBA DESCARGA          | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA                                  | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 16/04/18         | 12/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | BOMBA DE AGUA                    | ALTA      | 3                | INSPECCION A BOMBA DE AGUA  | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 08/09/18         | 07/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE BOMBA DE AGUA           | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE AGUA   | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 02/04/18         | 28/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | TABLERO DE FUERZA Y MANDO        | ALTA      | 3                | INSPECCION, REVISIÓN Y AJUSTES AL TABLERO                                 | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 12/09/18         | 11/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | PULPER N° 3 HELICO               | ALTA      | 4                | INSPECCION DE ACOPLER, RODAMIENTOS, BOCINA DEL REDUCTOR Y OLLA, ROTOR     | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 10/08/18         | 08/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | REDUCTOR PRINCIPAL               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ACOPLER, RODAMIENTOS, BOCINA DEL REDUCTOR                   | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE       | 08/10/18         | 07/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE REDUCTOR PRINCIPAL      | ALTA      | 3                | INSPECCION GENERAL DE MOTOR   | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 18/08/18         | 16/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | BOMBA DE AGUA                    | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA DE AGUA   | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 08/09/18         | 07/12/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE BOMBA DE AGUA           | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA                                      | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 05/02/18         | 03/10/18          |
| 02 MOLIENDA   | TRANSPORTADOR DE FARDOS          | MEDIA     | 3                | INSPECCION DE PIÑONES, CADENAS, PASOS, ESTRUCTURA TRANSPORTADOR DE FARDOS | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE       | 19/08/18         | 17/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | BOMBA DE PASTA ACEPTADA          | MEDIA     | 5                | INSPECCION DE BOMBA DE PASTA ACEPTADA                                     | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS       | 10/06/18         | 07/11/18          |
| 02 MOLIENDA   | MOTOR DE BOMBA DE PASTA ACEPTADA | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE PASTA ACEPTADA                            | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 08/04/18         | 05/10/18          |
| 02 MOLIENDA   | TABLERO DE FUERZA Y MANDO        | ALTA      | 3                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DEL TABLERO                                | TALLER ELECTRICO          | FREDDY APOLINARIO | 14/04/18         | 13/07/18          |

*Fuente: elaboración propia*

**Gráfico 16: Listado mensual de trabajos programados**

|         |          | LISTADO MENSUAL DE TAREAS PROGRAMADAS |                          |   |                           |                   |                   |                  |
|---------|----------|---------------------------------------|--------------------------|---|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| PERIODO |          | SECCIÓN                               | EQUIPO                   | DESCRIPCION DE TAREA                                      | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE       | HORAS PROGRAMADAS | HORAS EJECUTADAS |
| JULIO   | SEMANA 1 | CABEZA DE MAQUINA                     | Zaranda vibratoria       | cambio de 04 amortiguadores de caucho                     | taller mecánico           | Jaime Huallasco   | 1,81              | 2                |
|         |          | MOLIENDA                              | Bomba de envío de pasta  | cambio de acoplamiento tipo gummi A-60                    | taller mecánico           | David Vivas       | 1,55              | 1,5              |
|         |          | CALDERAS                              | Caldera cleaver n°2      | cambio de trampa de vapor tipo flotador de 4"             | taller eléctrico          | Sergio Baltazar   | 2,75              | 3                |
|         | SEMANA 2 | PREPARACION DE PASTA                  | Hidroclón n°1            | cambio de tamiz perforado diam. 4 mm - AISI 304           | taller mecánico           | David Vivas       | 1,00              | 1,50             |
|         |          | PRENSADO                              | Reductor 3ra prensa      | Revisión de piñón de ataque y corona principal            | taller mecánico           | Jaime Huallasco   | 2,25              | 2,5              |
|         | SEMANA 3 | REBOBINADORA                          | Rebobinadora beloit n°2  | Revisión de estado de rodamientos - reductor              | taller mecánico           | José Chipani      | 3,26              | 3,5              |
|         |          | SECADO                                | Reductor 1er grupo sec.  | Cambio de manguera neumatica diam. 8 mm - ingreso         | taller eléctrico          | Freddy Apolinario | 2,25              | 3                |
|         |          | MOLIENDA                              | Pulper n°2               | Revisión de estado de rotor principal                     | taller mecánico           | Samuel Ccente     | 3,50              | 3,5              |
|         |          | SIZE PRESS                            | Reductor Size press      | Cambio de rollo de caucho - 85 shoreA                     | taller mecánico           | Jaime Huallasco   | 4,65              | 4,75             |
|         | SEMANA 4 | PRENSADO                              | Reductor 2da prensa      | Cambio de embrague neumático                              | taller eléctrico          | Sergio Baltazar   | 3,00              | 3,5              |
|         |          | MOLIENDA                              | Bomba de ingreso de agua | Cambio de motor 50 hp, 1200 rpm de bomba de agua          | taller eléctrico          | Freddy Apolinario | 3,50              | 4                |
| AGOSTO  | SEMANA 1 | EJE DE TRANSMISION                    | Motor principal          | Cambio de fajas en "v" D-270 (08 und)                     | taller mecánico           | José Chipani      | 2,55              | 2,75             |
|         |          | PREPARACION DE PASTA                  | Refinador Hergen         | Instalación de linea de aire de ingreso diam. 8 mm        | taller eléctrico          | Carlos Salcedo    | 1,25              | 1,25             |
|         |          | MOLIENDA                              | Pulper n°2               | Cambio de cable acerado 1/2" x 24 m - polipasto principal | taller eléctrico          | Sergio Baltazar   | 2,00              | 2                |
|         |          | PRENSADO                              | Rollo Couch              | Cambio de rodamiento tensor UCT-207 (02 und)              | taller mecánico           | Samuel Ccente     | 1,00              | 1,25             |
|         | SEMANA 2 | SECADO                                | 3er grupo de secadores   | Cambio de carbón y sifón - cilindro secador n°24          | taller mecánico           | David Vivas       | 2,50              | 2,5              |
|         |          | CALDERAS                              | Caldera distal n°2       | Cambio de indicador de nivel de vidrio                    | taller eléctrico          | Freddy Apolinario | 0,75              | 1                |
|         | SEMANA 3 | CABEZA DE MAQUINA                     | Screen n°1               | Cambio de fajas de transmisión 5V1600 (06 und)            | taller mecánico           | Jaime Huallasco   | 1,25              | 1,25             |
|         |          | EJE DE TRANSMISION                    | Chumacera n°15           | Ajuste de tuerca de manguito de fijación H-320            | taller mecánico           | José Chipani      | 1,25              | 1,3              |
|         | SEMANA 4 | REBOBINADO                            | Sistema de freno         | Cambio de zapata de freno (04 und)                        | taller mecánico           | David Vivas       | 1,60              | 1,6              |
|         |          | PREPARACION DE PASTA                  | Bomba booster n°1        | Reparación de tubería 6" por soldadura inox 3/32"         | taller mecánico           | Samuel Ccente     | 1,80              | 2                |
|         |          | MESA DE FORMACIÓN                     | Head box                 | Regulación de presión de manómetros individuales          | taller eléctrico          | Sergio Baltazar   | 0,75              | 1                |

*Fuente: elaboración propia*



Gráfico 17: Orden de trabajo programado ejecutado

| ORDEN DE TRABAJO  |  | GP-MTF-03<br>Revisión: 07  |
|---|--|--|
| MES DE PROGRAMACIÓN<br><b>OCTUBRE - 2018</b>  |  | SECCIÓN DE PLANTA<br><b>SECARGO</b>  |
| <b>Fecha creación OT:</b> 10/10/2018<br><b>N° OT:</b> 65-15<br><b>Tarea:</b> 281  | <b>Prioridad:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> ALTA<br><input type="checkbox"/> MEDIA<br><input type="checkbox"/> BAJA   | <b>Tipo de mantenimiento:</b><br><input type="checkbox"/> 1. PREVENTIVO ELÉCTRICO<br><input checked="" type="checkbox"/> 2. PREVENTIVO MECÁNICO<br><input type="checkbox"/> 3. PREVENTIVO MECÁNICO QUÍMICO<br><input type="checkbox"/> 4. PREDICTIVO<br><input type="checkbox"/> 5. INFRAESTRUCTURA<br><input type="checkbox"/> 6. SEGURIDAD<br><input type="checkbox"/> 7. PROYECTOS<br><input type="checkbox"/> 8. CORRECTIVO URGENTE<br><input type="checkbox"/> 9. CORRECTIVO PROGRAMADO |
| <b>Asignado por:</b> PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL   |  |  |
| <b>Descripción de tarea:</b><br>INSPECCIÓN DE CHUMACERAS, TAPAS, ENGRANAJES, RASPAS DE 200 GRUPO SECADORES  |  |  |
| <b>Código Item:</b>   | <b>Descripción Item:</b>   | <b>Fecha finaliza:</b>   |
|   | 200 GRUPO SECADORES - CLADROE  | Fecha: 30 / 10 / 18  |
| <b>Ejecutor (s):</b>  | <b>Cargo:</b>  | <b>Tiempo empleado:</b>  |
| EDER CORTE NAVARREZ   | TECNICO MECANICO   | Hora: 06.00 PM   |
| <b>Repuesto utilizado / Servicio realizado</b>  |  | <b>Cantidad</b> <b>Unidad medida</b>   |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
| <b>Instrucciones (Marcar el párrafo con X solo si corresponde para el trabajo designado):</b>   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 1. Obtener el permiso de trabajo en caliente<br><input type="checkbox"/> 2. Gestionar el permiso de trabajo en altura<br><input type="checkbox"/> 3. Gestionar el permiso de trabajo en espacio confinado<br><input checked="" type="checkbox"/> 4. Coordinar con el supervisor de producción<br><input type="checkbox"/> 5. Desenergizar el tablero eléctrico<br><input type="checkbox"/> 6. Colocar avisos y señalética de prevención<br><input type="checkbox"/> 7. Verificar el uso correcto de los EPP's personales | <input type="checkbox"/> 8. Marcar el equipo a desmontar<br><input type="checkbox"/> 9. Tomar datos del equipo que se va intervenir<br><input checked="" type="checkbox"/> 10. Evaluar el estado del equipo<br><input checked="" type="checkbox"/> 11. Realizar las correcciones necesarias<br><input type="checkbox"/> 12. Hacer las pruebas de operatividad<br><input type="checkbox"/> 13. Entregar el equipo operativo al cliente interno<br><input type="checkbox"/> 14. Al concluir el trabajo dejar el área limpia y ordenada |  |
| <b>Observaciones y Recomendaciones:</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 100px;"> <p>- Trabajo con normalidad. ✓</p> <p>- Engranajes en buen estado. ✓</p> <p>- Chumaceras en buen estado. ✓</p> <p>- Requiere cambio de raspa, solicitar al pedido para realizar el cambio de toda las raspa. ✓</p> <p>- No se encuentran otros problemas. ✓</p> </div>   |  |  |
| <b>EDER CORTE NAVARREZ</b><br>Responsable 1   | <b>Responsable 2</b>   | <b>E. Navarro</b><br>V° B° Responsable de área   |
|   |  | <b>NAZARIO BLAS CARRILLAS</b><br>V° B° Mantenimiento   |

Fuente: elaboración propia

### 2.7.5 Propuesta de mejora

A continuación se demuestran los resultados obtenidos luego de la propuesta, tanto en la variable independiente y como la variable dependiente.

#### 2.7.5.1 Variable Independiente: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad)

**Tabla 13: Análisis de tiempo promedio entre fallos - Después**

| TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS (MTBF) |          |                                   |                                  |    |    | $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$ |                    |                   |
|-------------------------------------|----------|-----------------------------------|----------------------------------|----|----|---|--------------------|-------------------|
| PERIODO 2018                        |          | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS) | CANTIDAD DE FALLOS POR SECCIONES |    |    |   | TOTAL Nº DE FALLAS | RESULTADO (HORAS) |
| JULIO                               | SEMANA 1 | 180                               | 1                                | 3  | 2  | 2   | 8                  | 22,50             |
|                                     | SEMANA 2 | 180                               | 1                                | 1  | 2  | 1   | 5                  | 36,00             |
|                                     | SEMANA 3 | 180                               | 2                                | 3  | 2  | 2   | 9                  | 20,00             |
|                                     | SEMANA 4 | 180                               | 3                                | 1  | 2  | 1   | 7                  | 25,71             |
|                                     | RESUMEN  | 720                               | 7                                | 8  | 8  | 6   | 29                 | 24,83             |
| AGOSTO                              | SEMANA 1 | 186                               | 2                                | -  | 2  | 1   | 5                  | 37,20             |
|                                     | SEMANA 2 | 186                               | 1                                | 2  | 1  | 3   | 7                  | 26,57             |
|                                     | SEMANA 3 | 186                               | 2                                | 1  | 2  | 1   | 6                  | 31,00             |
|                                     | SEMANA 4 | 186                               | 3                                | 2  | 1  | -   | 6                  | 31,00             |
|                                     | RESUMEN  | 744                               | 8                                | 5  | 6  | 5   | 24                 | 31,00             |
| SEPTIEMBRE                          | SEMANA 1 | 180                               | 1                                | -  | 1  | 2   | 4                  | 45,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 180                               | 3                                | 2  | -  | 3   | 8                  | 22,50             |
|                                     | SEMANA 3 | 180                               | 1                                | 2  | 1  | 1   | 5                  | 36,00             |
|                                     | SEMANA 4 | 180                               | 2                                | 2  | 1  | 1   | 6                  | 30,00             |
|                                     | RESUMEN  | 720                               | 7                                | 6  | 3  | 7   | 23                 | 31,30             |
| OCTUBRE                             | SEMANA 1 | 180                               | 2                                | -  | 2  | 1   | 5                  | 36,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 180                               | 1                                | 2  | -  | 3   | 6                  | 30,00             |
|                                     | SEMANA 3 | 180                               | 1                                | 2  | 3  | 1   | 7                  | 25,71             |
|                                     | SEMANA 4 | 180                               | -                                | 2  | 1  | 1   | 4                  | 45,00             |
|                                     | RESUMEN  | 720                               | 4                                | 6  | 6  | 6   | 22                 | 32,73             |
| NOVIEMBRE                           | SEMANA 1 | 180                               | 2                                | 1  | -  | 1   | 4                  | 45,00             |
|                                     | SEMANA 2 | 180                               | -                                | 2  | 3  | 3   | 8                  | 22,50             |
|                                     | SEMANA 3 | 180                               | 2                                | 2  | 2  | 1   | 7                  | 25,71             |
|                                     | SEMANA 4 | 180                               | 3                                | 2  | 1  | -   | 6                  | 30,00             |
|                                     | RESUMEN  | 720                               | 7                                | 7  | 6  | 5   | 25                 | 28,80             |
| PROMEDIO                            |          | 3624                              | 33                               | 32 | 29 | 29  | 123                | 29,46             |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 13, se puede apreciar como resultado de la implementación, entre Julio a Noviembre un promedio de 29.46 horas/falla, significando que cada 29.46 horas ocurre una falla o avería en la máquina papeleras. Asimismo se puede observar que ha bajado la cantidad de ocurrencias en la sección molienda y preparación de pasta con 33 intervenciones.

**Tabla 14: Análisis de tiempo promedio en reparación - Después**

| TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN (MTTR) |          |  |                              |                    |                         | $MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{N° de fallas}}$ |                    |                   |
|--------------------------------------|----------|--|------------------------------|--------------------|-------------------------|---|--------------------|-------------------|
| PERIODO 2018                         |          | CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES |                              |                    |                         | TIEMPO PARA RESTAURAR   | TOTAL N° DE FALLAS | RESULTADO (HORAS) |
|                                      |          | MOLIENDA / PREPARACIÓN . DE PASTA        | PRENSADO / MESA DE FORMACIÓN | CALDERO/ SECADORES | REBOBINADO / CONVERSIÓN |   |                    |                   |
| JULIO                                | SEMANA 1 | 3,25                                     | -                            | 2,58               | 1,25                    | 7,08  | 8                  | 0,89              |
|                                      | SEMANA 2 | 2,65                                     | 1,18                         | -                  | -                       | 3,83  | 5                  | 0,77              |
|                                      | SEMANA 3 | 5,6                                      | 4,15                         | 3,25               | 3,55                    | 16,55   | 9                  | 1,84              |
|                                      | SEMANA 4 | 3,72                                     | 2,56                         | -                  | 1,55                    | 7,83  | 7                  | 1,12              |
| RESUMEN                              |          | 15,22                                    | 7,89                         | 5,83               | 6,35                    | 35,29   | 29                 | 1,22              |
| AGOSTO                               | SEMANA 1 | 3,55                                     | 3,29                         | 1                  | -                       | 7,84  | 5                  | 1,57              |
|                                      | SEMANA 2 | 0,59                                     | -                            | 2,25               | 0,75                    | 3,59  | 7                  | 0,51              |
|                                      | SEMANA 3 | 0,25                                     | 1,75                         | -                  | 0,83                    | 2,83  | 6                  | 0,47              |
|                                      | SEMANA 4 | 1,25                                     | 1,25                         | -                  | 2,24                    | 4,74  | 6                  | 0,79              |
| RESUMEN                              |          | 5,64                                     | 6,29                         | 3,25               | 3,82                    | 19  | 24                 | 0,79              |
| SEPTIEMBRE                           | SEMANA 1 | 1,75                                     | -                            | 1,73               | 0,63                    | 4,11  | 4                  | 1,03              |
|                                      | SEMANA 2 | 2,05                                     | 1,75                         | 1,7                | 1,95                    | 7,45  | 8                  | 0,93              |
|                                      | SEMANA 3 | -  | 1,11                         | 1                  | 0,45                    | 2,56  | 5                  | 0,51              |
|                                      | SEMANA 4 | 1,25                                     | 1                            | -                  | 1,75                    | 4   | 6                  | 0,67              |
| RESUMEN                              |          | 5,05                                     | 3,86                         | 4,43               | 4,78                    | 18,12   | 23                 | 0,79              |
| OCTUBRE                              | SEMANA 1 | 1,75                                     | 1,25                         | 2,45               | -                       | 5,45  | 5                  | 1,09              |
|                                      | SEMANA 2 | 1,65                                     | 1,05                         | -                  | 1,85                    | 4,55  | 6                  | 0,76              |
|                                      | SEMANA 3 | -  | 1,75                         | 0,85               | 1,08                    | 3,68  | 7                  | 0,53              |
|                                      | SEMANA 4 | 2,45                                     | 1,1                          | 2,25               | 2,05                    | 7,85  | 4                  | 1,96              |
| RESUMEN                              |          | 5,85                                     | 5,15                         | 5,55               | 4,98                    | 21,53   | 22                 | 0,98              |
| NOVIEMBRE                            | SEMANA 1 | 1,4                                      | 0,75                         | 3,05               | 3,21                    | 8,41  | 4                  | 2,10              |
|                                      | SEMANA 2 | -  | 1,75                         | 1,25               | 0,56                    | 3,56  | 8                  | 0,45              |
|                                      | SEMANA 3 | 1,25                                     | -                            | 0,75               | 0,85                    | 2,85  | 7                  | 0,41              |
|                                      | SEMANA 4 | -  | 3,45                         | 2,21               | 1,57                    | 7,23  | 6                  | 1,21              |
| RESUMEN                              |          | 2,65                                     | 5,95                         | 7,26               | 6,19                    | 22,05   | 25                 | 0,88              |
| PROMEDIO                             |          | 34,41                                    | 29,14                        | 26,32              | 26,12                   | 115,99  | 123                | 0,94              |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 14 se observa los resultados de la implementación entre Julio a Noviembre con 0.94 horas/falla. Esto ratifica el tiempo 0.94 horas de demora en solucionar una avería o falla en la máquina papelera. Asimismo podemos observar que la sección de molienda y preparación de pasta sigue siendo el más crítico, pero con menor tiempo 34.41 horas.

**Tabla 15: Resumen Análisis de confiabilidad – Después**

| INDICADOR   | APLICACIÓN                    | RESULTADO         |
|---|-------------------------------|-------------------|
| $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{N° de fallas}}$   | TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS  | 29,46 horas/falla |
| $MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{N° de fallas}}$ | TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN | 0,94 horas        |

Fuente: elaboración propia

### 2.7.5.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento

A continuación demostramos los valores obtenidos luego de la implementación con dos dimensiones que se utilizaron: Disponibilidad e Índice de mantenimiento programado.

**Indicador: Disponibilidad**

**Tabla 16: Disponibilidad de máquina papelera MP3 - Después**

| DISPONIBILIDAD |          |                                   |  |                              |                    |                         |                      |             |
|----------------|----------|-----------------------------------|--|------------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| PERIODO 2018   |          | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS) | CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES |                              |                    |                         | TOTAL HORAS PERDIDAS | RESULTADO % |
|                |          |                                   | MOLIENDA / PREPARACIÓN DE PASTA          | PRENSADO / MESA DE FORMACIÓN | CALDERO/ SECADORES | REBOBINADO / CONVERSIÓN |                      |             |
| JULIO          | SEMANA 1 | 180                               | 3,25                                     | -                            | 2,58               | 1,25                    | 7,08                 | 96,07%      |
|                | SEMANA 2 | 180                               | 2,65                                     | 1,18                         | -                  | -                       | 3,83                 | 97,87%      |
|                | SEMANA 3 | 180                               | 5,6                                      | 4,15                         | 3,25               | 3,55                    | 16,55                | 90,81%      |
|                | SEMANA 4 | 180                               | 3,72                                     | 2,56                         | -                  | 1,55                    | 7,83                 | 95,65%      |
| RESUMEN        |          | 720                               |  |                              |                    |                         | 35,29                | 95,10%      |
| AGOSTO         | SEMANA 1 | 186                               | 3,55                                     | 3,29                         | 1                  | -                       | 7,84                 | 95,78%      |
|                | SEMANA 2 | 186                               | 0,59                                     | -                            | 2,25               | 0,75                    | 3,59                 | 98,07%      |
|                | SEMANA 3 | 186                               | 0,25                                     | 1,75                         | -                  | 0,83                    | 2,83                 | 98,48%      |
|                | SEMANA 4 | 186                               | 1,25                                     | 1,25                         | -                  | 2,24                    | 4,74                 | 97,45%      |
| RESUMEN        |          | 744                               |  |                              |                    |                         | 19                   | 97,45%      |
| SETIEMBRE      | SEMANA 1 | 180                               | 1,75                                     | -                            | 1,73               | 0,63                    | 4,11                 | 97,72%      |
|                | SEMANA 2 | 180                               | 2,05                                     | 1,75                         | 1,7                | 1,95                    | 7,45                 | 95,86%      |
|                | SEMANA 3 | 180                               | -  | 1,11                         | 1                  | 0,45                    | 2,56                 | 98,58%      |
|                | SEMANA 4 | 180                               | 1,25                                     | 1                            | -                  | 1,75                    | 4                    | 97,78%      |
| RESUMEN        |          | 720                               |  |                              |                    |                         | 18,12                | 97,48%      |
| OCTUBRE        | SEMANA 1 | 180                               | 1,75                                     | 1,25                         | 2,45               | -                       | 5,45                 | 96,97%      |
|                | SEMANA 2 | 180                               | 1,65                                     | 1,05                         | -                  | 1,85                    | 4,55                 | 97,47%      |
|                | SEMANA 3 | 180                               | -  | 1,75                         | 0,85               | 1,08                    | 3,68                 | 97,96%      |
|                | SEMANA 4 | 180                               | 2,45                                     | 1,1                          | 2,25               | 2,05                    | 7,85                 | 95,64%      |
| RESUMEN        |          | 720                               |  |                              |                    |                         | 21,53                | 97,01%      |
| NOVIEMBRE      | SEMANA 1 | 180                               | 1,4                                      | 0,75                         | 3,05               | 3,21                    | 8,41                 | 95,33%      |
|                | SEMANA 2 | 180                               | -  | 1,75                         | 1,25               | 0,56                    | 3,56                 | 98,02%      |
|                | SEMANA 3 | 180                               | 1,25                                     | -                            | 0,75               | 0,85                    | 2,85                 | 98,42%      |
|                | SEMANA 4 | 180                               | -  | 3,45                         | 2,21               | 1,57                    | 7,23                 | 95,98%      |
| RESUMEN        |          | 720                               |  |                              |                    |                         | 22,05                | 96,94%      |
|                |          |                                   |  |                              |                    |                         | PROMEDIO             | 96,80%      |

Fuente: Datos de la empresa

En la Tabla 16, se detallan los resultados obtenidos con respecto a la disponibilidad de máquina en un promedio de 96.80% de acuerdo a las horas programadas por producción durante los periodos entre Julio a Noviembre del 2018 logrando incrementar un 4.61% total.

**Indicador: Índice de mantenimiento programado**

**Tabla 17: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Después**

| INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO |          |                                   |                                 |           |
|------------------------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------|
| PERIODO 2018                       |          | HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | HORAS TOTALES POR MANTENIMIENTO | RESULTADO |
| JULIO                              | SEMANA 1 | 6,11                              | 7,08                            | 86,30%    |
|                                    | SEMANA 2 | 3,25                              | 3,83                            | 84,86%    |
|                                    | SEMANA 3 | 13,66                             | 16,55                           | 82,54%    |
|                                    | SEMANA 4 | 6,5                               | 7,83                            | 83,01%    |
| RESUMEN                            |          | 29,52                             | 35,29                           | 83,65%    |
| AGOSTO                             | SEMANA 1 | 6,8                               | 7,84                            | 86,73%    |
|                                    | SEMANA 2 | 3,25                              | 3,59                            | 90,53%    |
|                                    | SEMANA 3 | 2,5                               | 2,83                            | 88,34%    |
|                                    | SEMANA 4 | 4,15                              | 4,74                            | 87,55%    |
| RESUMEN                            |          | 16,7                              | 19                              | 87,89%    |
| SEPTIEMBRE                         | SEMANA 1 | 3,75                              | 4,11                            | 91,24%    |
|                                    | SEMANA 2 | 7,25                              | 7,45                            | 97,32%    |
|                                    | SEMANA 3 | 2,37                              | 2,56                            | 92,58%    |
|                                    | SEMANA 4 | 3,5                               | 4                               | 87,50%    |
| RESUMEN                            |          | 16,87                             | 18,12                           | 93,10%    |
| OCTUBRE                            | SEMANA 1 | 5,25                              | 5,45                            | 96,33%    |
|                                    | SEMANA 2 | 4,35                              | 4,55                            | 95,60%    |
|                                    | SEMANA 3 | 3,48                              | 3,68                            | 94,57%    |
|                                    | SEMANA 4 | 7,25                              | 7,85                            | 92,36%    |
| RESUMEN                            |          | 20,33                             | 21,53                           | 94,43%    |
| NOVIEMBRE                          | SEMANA 1 | 7,75                              | 8,41                            | 92,15%    |
|                                    | SEMANA 2 | 3,25                              | 3,56                            | 91,29%    |
|                                    | SEMANA 3 | 2,5                               | 2,85                            | 87,72%    |
|                                    | SEMANA 4 | 6,91                              | 7,23                            | 95,57%    |
| RESUMEN                            |          | 20,41                             | 22,05                           | 92,56%    |
|                                    |          |                                   | PROMEDIO                        | 90,20%    |

*Fuente: Datos de la empresa*

En la tabla 17, se detalla el resultado luego de la implementación, con un promedio de 90.20% de cumplimiento al mantenimiento programado; incrementando de esa manera considerablemente un 52.64%.

### 2.7.5.3 Indicador de la Gestión de Mantenimiento mejorado

Según la Tabla 18, se demuestra la mejora de la gestión de mantenimiento durante las 20 semanas después de la implementación con un promedio final de 87.84%, como resultado por el producto entre la disponibilidad con 96.8% y el índice de mantenimiento programado con 90.20%.

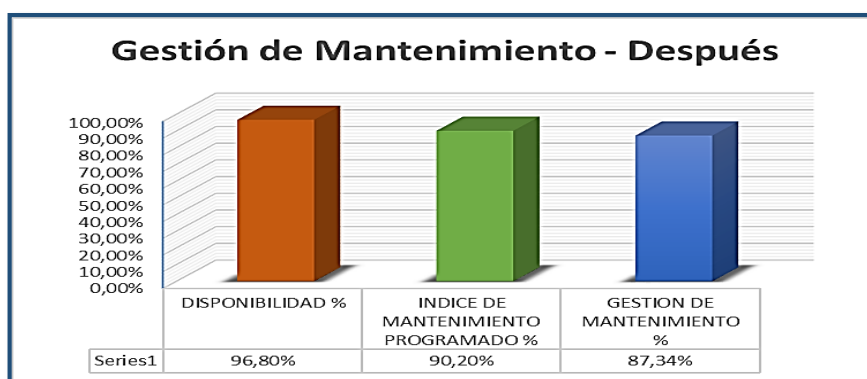
**Tabla 18: Tendencia de la gestión de mantenimiento - Después**

| TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DESPUES |                  |                                      |                            |
|--|------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| PERIODO                                    | DISPONIBILIDAD % | INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO % | GESTION DE MANTENIMIENTO % |
| S EMANA 1                                  | 96,07            | 86,30                                | 82,91                      |
| S EMANA 2                                  | 97,87            | 84,86                                | 83,05                      |
| S EMANA 3                                  | 90,81            | 82,54                                | 74,95                      |
| S EMANA 4                                  | 95,65            | 83,01                                | 79,40                      |
| S EMANA 5                                  | 95,78            | 86,73                                | 83,07                      |
| S EMANA 6                                  | 98,07            | 90,53                                | 88,78                      |
| S EMANA 7                                  | 98,48            | 88,34                                | 87,00                      |
| S EMANA 8                                  | 97,45            | 87,55                                | 85,32                      |
| S EMANA 9                                  | 97,72            | 91,24                                | 89,16                      |
| S EMANA 10                                 | 95,86            | 97,32                                | 93,29                      |
| S EMANA 11                                 | 98,58            | 92,58                                | 91,26                      |
| S EMANA 12                                 | 97,78            | 87,50                                | 85,56                      |
| S EMANA 13                                 | 96,97            | 96,33                                | 93,41                      |
| S EMANA 14                                 | 97,47            | 95,60                                | 93,18                      |
| S EMANA 15                                 | 97,96            | 94,57                                | 92,64                      |
| S EMANA 16                                 | 95,64            | 92,36                                | 88,33                      |
| S EMANA 17                                 | 95,33            | 92,15                                | 87,85                      |
| S EMANA 18                                 | 98,02            | 91,29                                | 89,49                      |
| S EMANA 19                                 | 98,42            | 87,72                                | 86,33                      |
| S EMANA 20                                 | 95,98            | 95,57                                | 91,73                      |
| <b>PROMEDIO</b>                            | <b>96,80%</b>    | <b>90,20%</b>                        | <b>87,34%</b>              |

Fuente: Datos de la empresa

En el gráfico 18 se observan de forma más dinámica los resultados promedios obtenidos después de la mejora.

**Gráfico 18: Resultado de la gestión de Mantenimiento Después**



Fuente: elaboración propia

#### 2.7.5.4 Análisis económico después

**Tabla 19: Cálculo de dinero perdido por horas paradas**

| <b>CÁLCULO DE PÉRDIDA (\$) POR HORAS PARADAS</b> |                   |                       |                               |                                     |
|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| <b>PERIODO</b>                                   |                   | <b>Horas perdidas</b> | <b>Costo por hora perdida</b> | <b>Costo total por hora perdida</b> |
| <b>JULIO</b>                                     | <b>S EMANA 1</b>  | 7,08                  | <b>\$1800,0</b>               | \$12744,0                           |
|  | <b>S EMANA 2</b>  | 3,83                  |                               | \$6894,0                            |
|  | <b>S EMANA 3</b>  | 16,55                 |                               | \$29790,0                           |
|  | <b>S EMANA 4</b>  | 7,83                  |                               | \$14094,0                           |
| <b>AGOSTO</b>                                    | <b>S EMANA 5</b>  | 7,84                  |                               | \$14112,0                           |
|  | <b>S EMANA 6</b>  | 3,59                  |                               | \$6462,0                            |
|  | <b>S EMANA 7</b>  | 2,83                  |                               | \$5094,0                            |
|  | <b>S EMANA 8</b>  | 4,74                  |                               | \$8532,0                            |
| <b>SEPTIEMBRE</b>                                | <b>S EMANA 9</b>  | 4,11                  |                               | \$7398,0                            |
|  | <b>S EMANA 10</b> | 7,45                  |                               | \$13410,0                           |
|  | <b>S EMANA 11</b> | 2,56                  |                               | \$4608,0                            |
|  | <b>S EMANA 12</b> | 4                     |                               | \$7200,0                            |
| <b>OCTUBRE</b>                                   | <b>S EMANA 13</b> | 5,45                  |                               | \$9810,0                            |
|  | <b>S EMANA 14</b> | 4,55                  |                               | \$8190,0                            |
|  | <b>S EMANA 15</b> | 3,68                  |                               | \$6624,0                            |
|  | <b>S EMANA 16</b> | 7,85                  |                               | \$14130,0                           |
| <b>NOVIEMBRE</b>                                 | <b>S EMANA 17</b> | 8,41                  |                               | \$15138,0                           |
|  | <b>S EMANA 18</b> | 3,56                  |                               | \$6408,0                            |
|  | <b>S EMANA 19</b> | 2,85                  |                               | \$5130,0                            |
|  | <b>S EMANA 20</b> | 7,23                  |                               | \$13014,0                           |
| <b>Total horas</b>                               |                   | <b>115,99</b>         | <b>Total \$</b>               | <b>\$208782,0</b>                   |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la Tabla 19 durante las 20 semanas luego de la implementación de mejora se obtuvo un total de 115.99 horas perdidas y un total de \$ 208.782 dólares perdidos.

#### 2.7.5.5 Análisis comparativo económico antes y después

**Tabla 20: Resumen comparativo**

|                              | <b>TOTAL DE HORAS PARADAS</b> | <b>COSTO TOTAL POR HORAS PERDIDAS</b> | <b>AHORRO</b> | <b>PORCENTAJE DE AHORRO</b> |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Antes de la implementación   | 268,01                        | \$482418,0                            | \$273636,0    | 57%                         |
| Después de la implementación | 115,99                        | \$208782,0                            |               |                             |

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 20, se demuestra la diferencia de dinero perdido antes y después, donde se obtiene un total de \$273.636 dólares de ahorro después de la implementación equivalente al 57% de dinero perdido antes de la mejora.

### **III. RESULTADOS**



### 3.1 Análisis Descriptivo

**Tabla 21: Comparación de Disponibilidad, Índice de Mantenimiento programado y Gestión de mantenimiento Antes y Después**

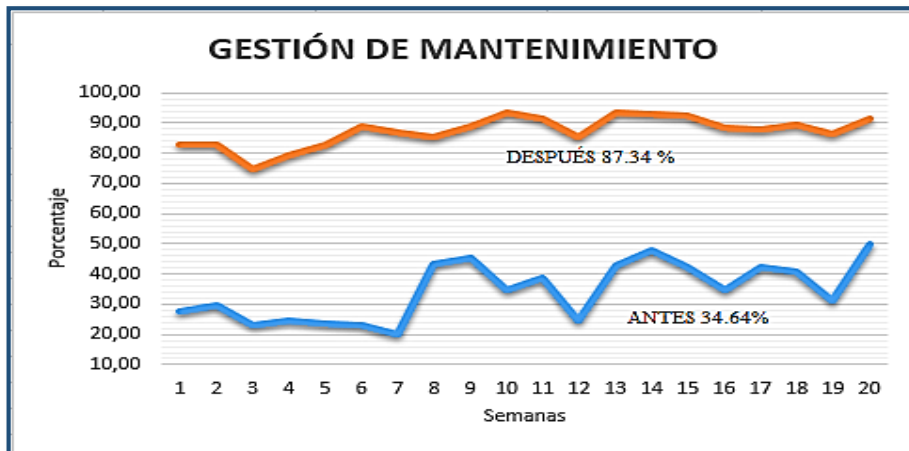
| ANTES            |                                      |                            | DESPUÉS          |                                      |                            |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| DISPONIBILIDAD % | INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO % | GESTION DE MANTENIMIENTO % | DISPONIBILIDAD % | INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO % | GESTION DE MANTENIMIENTO % |
| 95,26            | 29,28                                | 27,89                      | 96,07            | 86,30                                | 82,91                      |
| 94,48            | 31,45                                | 29,71                      | 97,87            | 84,86                                | 83,05                      |
| 89,90            | 25,45                                | 22,88                      | 90,81            | 82,54                                | 74,95                      |
| 94,05            | 26,25                                | 24,69                      | 95,65            | 83,01                                | 79,40                      |
| 92,30            | 25,50                                | 23,54                      | 95,78            | 86,73                                | 83,07                      |
| 87,16            | 26,66                                | 23,24                      | 98,07            | 90,53                                | 88,78                      |
| 89,42            | 22,51                                | 20,13                      | 98,48            | 88,34                                | 87,00                      |
| 95,09            | 45,45                                | 43,22                      | 97,45            | 87,55                                | 85,32                      |
| 94,18            | 48,48                                | 45,65                      | 97,72            | 91,24                                | 89,16                      |
| 88,71            | 39,29                                | 34,85                      | 95,86            | 97,32                                | 93,29                      |
| 90,86            | 42,65                                | 38,75                      | 98,58            | 92,58                                | 91,26                      |
| 92,47            | 26,79                                | 24,77                      | 97,78            | 87,50                                | 85,56                      |
| 94,23            | 45,72                                | 43,08                      | 96,97            | 96,33                                | 93,41                      |
| 86,77            | 55,21                                | 47,90                      | 97,47            | 95,60                                | 93,18                      |
| 93,85            | 45,26                                | 42,48                      | 97,96            | 94,57                                | 92,64                      |
| 93,33            | 37,50                                | 35,00                      | 95,64            | 92,36                                | 88,33                      |
| 91,09            | 46,77                                | 42,60                      | 95,33            | 92,15                                | 87,85                      |
| 91,97            | 44,42                                | 40,85                      | 98,02            | 91,29                                | 89,49                      |
| 94,40            | 33,33                                | 31,46                      | 98,42            | 87,72                                | 86,33                      |
| 94,11            | 53,27                                | 50,13                      | 95,98            | 95,57                                | 91,73                      |
| <b>92,18%</b>    | <b>37,56%</b>                        | <b>34,64%</b>              | <b>96,80%</b>    | <b>90,20%</b>                        | <b>87,34%</b>              |

*Fuente: elaboración propia*

Según la tabla 21, se observa la comparación de los indicadores de disponibilidad, índice de mantenimiento programado y la gestión de mantenimiento antes y después de la implementación.

En esta etapa de análisis se puede demostrar los resultados en contrastación del antes y después de la implementación propuesta. En el gráfico 19 se observa una tendencia con respecto al porcentaje de la Gestión de mantenimiento, donde la línea celeste representa el estado anterior y la línea naranja refleja la tendencia con la propuesta de mejora obteniendo como resultado un promedio de incremento de 52.69%.

**Gráfico 19: Comparación de resultado antes y después**



*Fuente: elaboración propia*

En el gráfico 20 se demuestra el indicador de Disponibilidad con la tendencia antes y después de la implementación de mejora con un incremento de promedios en 4.61%.

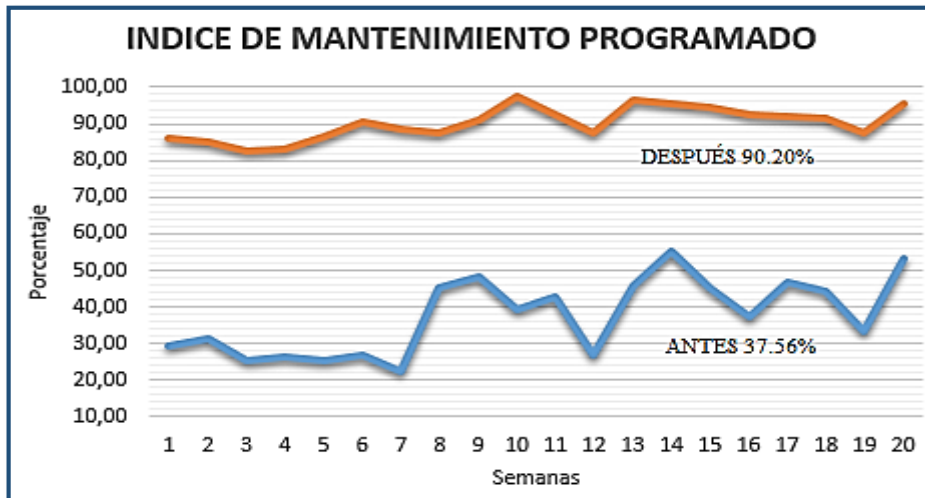
**Gráfico 20: Comparación de resultado antes y después**



*Fuente: elaboración propia*

En gráfico 21 se puede observar la tendencia del índice de cumplimiento de mantenimiento programado con promedio final de 90.20% de cumplimiento, demostrando un incremento con respecto al antes en un 52.64%.

**Gráfico 21: Comparación de resultado antes y después**



*Fuente: elaboración propia*

## 3.2 Análisis Inferencial

### 3.2.1 Análisis de la hipótesis general

**Ha:** La aplicación del RCM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Con la finalidad de lograr contrastar de manera correcta la hipótesis general, es necesario comprobar si los 20 datos ingresados al software de SPSS Statistics 25 obtienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. De esa manera estos datos serán analizados por el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para poder verificar tal decisión existe una regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

**Tabla 22: Regla de decisión para la prueba Paramétrica – No Paramétrica**

|                     | ANTES | DESPUÉS | CONCLUSION     |
|---------------------|-------|---------|----------------|
| <b>SIG&gt; 0.05</b> | SI    | SI      | PARAMETRICO    |
| <b>SIG&gt; 0.05</b> | SI    | NO      | NO PARAMETRICO |
| <b>SIG&gt; 0.05</b> | NO    | SI      | NO PARAMETRICO |
| <b>SIG&gt; 0.05</b> | NO    | NO      | NO PARAMETRICO |

*Elaboración propia*

**Tabla 23: Prueba de Normalidad – Hipótesis general**

| <b>Pruebas de normalidad</b> |                                 |    |                   |              |    |      |
|------------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|                              | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig. |
| Gestion_Mantenimiento_A      | ,149                            | 20 | ,200 <sup>*</sup> | ,926         | 20 | ,129 |
| Gestion_Mantenimeinto_D      | ,109                            | 20 | ,200 <sup>*</sup> | ,934         | 20 | ,188 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia*

Según la Tabla 23, muestra el estadígrafo Shapiro Wilk que ambos datos (antes y después) tienen un grado de significancia mayor a 0.05, por lo tanto; los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico y serán analizados con el estadígrafo T-Student.

### Contrastación de la hipótesis general

H<sub>0</sub>: La aplicación del RCM no mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

H<sub>G</sub>: La aplicación del RCM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Regla de decisión:                      H<sub>0</sub>:  $\mu_0 \geq \mu_1$   
     H<sub>a</sub>:  $\mu_0 < \mu_1$

**Tabla 24: Estadísticos descriptivos de la hipótesis general - (T-Student)**

| Estadísticas de muestras emparejadas |                         |         |    |                  |                      |
|--------------------------------------|-------------------------|---------|----|------------------|----------------------|
|                                      |                         | Media   | N  | Desv. Desviación | Desv. Error promedio |
| Par 1                                | Gestion_Mantenimiento_A | 34,6410 | 20 | 9,57162          | 2,14028              |
|                                      | Gestion_Mantenimeinto_D | 87,3355 | 20 | 4,92861          | 1,10207              |

| Prueba de muestras emparejadas |   |                         |                  |                      |  |           |         |    |                  |
|--------------------------------|---|-------------------------|------------------|----------------------|--|-----------|---------|----|------------------|
|                                |   | Diferencias emparejadas |                  |                      |  |           |         |    |                  |
|                                |   | Media                   | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |           | t       | gl | Sig. (bilateral) |
|                                |   |                         |                  |                      | Inferior                                       | Superior  |         |    |                  |
| Par 1                          | Gestion_Mantenimiento_A - Gestion_Mantenimeinto_D | -52,69450               | 7,20090          | 1,61017              | -56,06463                                      | -49,32437 | -32,726 | 19 | ,000             |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De la Tabla 24, queda demostrado que la media de la gestión de mantenimiento antes (34,6410), es menor que la media de la gestión de mantenimiento después (87,3355). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna y queda demostrado que la aplicación del RCM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

### 3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica

**H<sub>1</sub>:** La aplicación del RCM incrementa la disponibilidad de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Con la finalidad de lograr contrastar de manera correcta la primera hipótesis específica, es necesario comprobar si los 20 datos obtienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. De esa manera estos datos serán analizados por el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para poder verificar tal decisión existe una regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

**Tabla 25: Prueba de Normalidad – Primera hipótesis específica**

| <b>Pruebas de normalidad</b> |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                              | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Disponibilidad_A             | ,188                            | 20 | ,062 | ,895         | 20 | ,033 |
| Disponibilidad_D             | ,193                            | 20 | ,050 | ,786         | 20 | ,001 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 25, queda demostrado que el grado de significancia de la Disponibilidad antes (0.033) es menor a 0.05 y el grado de significancia en la Disponibilidad después es (0.001) también menor a 0.05. Por consiguiente los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico y para contrastar los datos se utilizará el estadígrafo Wilcoxon.

### Contrastación de la primera hipótesis específica

H<sub>0</sub>: La aplicación del RCM no incrementa la disponibilidad de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

H<sub>A</sub>: La aplicación del RCM incrementa la disponibilidad de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Regla de decisión: H<sub>0</sub>:  $\mu_0 \geq \mu_1$

H<sub>A</sub>:  $\mu_0 < \mu_1$

**Tabla 26: Estadísticos descriptivos de la primera hipótesis específica**

| <b>Estadísticos descriptivos</b> |    |         |                     |        |        |
|----------------------------------|----|---------|---------------------|--------|--------|
|                                  | N  | Media   | Desv.<br>Desviación | Mínimo | Máximo |
| Disponibilidad_A                 | 20 | 92,1815 | 2,61682             | 86,77  | 95,26  |
| Disponibilidad_D                 | 20 | 96,7955 | 1,78815             | 90,81  | 98,58  |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De la Tabla 26, queda demostrado que la media de la gestión de mantenimiento antes (92.1815), es menor que la media de la gestión de mantenimiento después (96.7955). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, quedando demostrado que la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad de máquina de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

**Tabla 27: Prueba de rangos con signos Wilcoxon**

| Rangos                                 |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Disponibilidad_D - Disponibilidad_A    | Rangos negativos | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00            |
|  | Rangos positivos | 20 <sup>b</sup> | 10,50          | 210,00         |
|  | Empates          | 0 <sup>c</sup>  |                |                |
|  | Total            | 20              |                |                |
| a. Disponibilidad_D < Disponibilidad_A |                  |                 |                |                |
| b. Disponibilidad_D > Disponibilidad_A |                  |                 |                |                |
| c. Disponibilidad_D = Disponibilidad_A |                  |                 |                |                |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Tabla 28: Estadísticos de prueba**

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>       |  |
|---|--|
|   | Disponibilida<br>d_D -<br>Disponibilida<br>d_A |
| Z   | -3,920 <sup>b</sup>                            |
| Sig. asintótica(bilateral)                | ,000   |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon |  |
| b. Se basa en rangos negativos.           |  |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De la Tabla 28, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la Disponibilidad antes y después es de (0.000), por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica que la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad de máquina de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

### 3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica

**H<sub>2</sub>:** La aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Con la finalidad de lograr contrastar de manera correcta la segunda hipótesis específica, es necesario comprobar si los 20 datos obtienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. De esa manera estos datos serán analizados por el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para poder verificar tal decisión existe una regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

**Tabla 29: Prueba de Normalidad – Segunda hipótesis específica**

| Pruebas de normalidad  |                                 |    |                   |              |    |      |
|--|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig. |
| Indice_Mantenimiento_Programado_A                            | ,151                            | 20 | ,200 <sup>*</sup> | ,921         | 20 | ,103 |
| Indice_Mantenimiento_Programado_D                            | ,113                            | 20 | ,200 <sup>*</sup> | ,960         | 20 | ,548 |
| *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. |                                 |    |                   |              |    |      |
| a. Corrección de significación de Lilliefors                 |                                 |    |                   |              |    |      |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 29, y el estadígrafo Shapiro Wilk y queda demostrado que el grado de significancia del Índice de mantenimiento antes (0.103) es mayor a 0.05 y el grado de significancia en la Disponibilidad después es (0.548) igual es mayor a 0.05. Por lo tanto; los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico y para contrastar los datos se utilizará el estadígrafo T Student.



### Contrastación de la segunda hipótesis específica – (T-Student)

H<sub>0</sub>: La aplicación del RCM no incrementa el índice de mantenimiento programado de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

H<sub>A</sub>: La aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

Regla de decisión: H<sub>0</sub>:  $\mu_0 \geq \mu_1$

H<sub>a</sub>:  $\mu_0 < \mu_1$

**Tabla 30: Estadísticos descriptivos de la segunda hipótesis específica**

| Estadísticas de muestras emparejadas |                                   |         |    |                  |                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------|----|------------------|----------------------|
|                                      |                                   | Media   | N  | Desv. Desviación | Desv. Error promedio |
| Par 1                                | Indice_Mantenimiento_Programado_A | 37,5620 | 20 | 10,34049         | 2,31220              |
|                                      | Indice_Mantenimiento_Programado_D | 90,2045 | 20 | 4,42443          | ,98933               |

| Prueba de muestras emparejadas |   |                         |                  |                      |  |           |         |    |                  |
|--------------------------------|---|-------------------------|------------------|----------------------|--|-----------|---------|----|------------------|
|                                |   | Diferencias emparejadas |                  |                      |  |           |         |    |                  |
|                                |   | Media                   | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |           | t       | gl | Sig. (bilateral) |
|                                |   |                         |                  |                      | Inferior                                       | Superior  |         |    |                  |
| Par 1                          | Indice_Mantenimiento_Programado_A - Indice_Mantenimiento_Programado_D | -52,64250               | 7,63247          | 1,70667              | -56,21461                                      | -49,07039 | -30,845 | 19 | ,000             |

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De la Tabla 30, queda demostrado que la media del índice de mantenimiento antes (37.5620), es menor que la media del índice de mantenimiento después (90.2045). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna quedando demostrado que la aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado de la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.

#### **IV. Discusiones**

- La disponibilidad de máquina depende del impacto que pueda generar una falla o avería en el transcurso de tiempo de operación, por ello en este estudio nos enfocamos directamente en aumentar la disponibilidad de la maquina papelera con la aplicación del análisis de confiabilidad en la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A.
- De tal manera vamos evaluar la hipótesis planteada y los objetivos planteados para este estudio. Es así que se demuestra en la investigación la mejora de la gestión de mantenimiento contrastando un antes y un después con un promedio de 52.69% durante las 20 semanas de implementación. Es por ello que coincidimos con la investigación de Rivera (2011) en su tesis “Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial”, donde menciona que se logró satisfactoriamente los objetivos con respecto a la mejora de la gestión de mantenimiento al incrementar hasta el 45.23% en las mejores prácticas y sensibilización a los trabajadores de mantenimiento en referencia al cuidado de los equipos y maquinarias.
- Con respecto al primer objetivo planteado en la presente investigación sobre la aplicación del RCM mejora la disponibilidad en los equipos, es acertada; debido a que el resultado de la investigación luego de la implementación obtiene un promedio de 96.8% y de igual manera en la investigación de Ramos (2016) en su tesis “Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa textil” con resultados obtenidos en el índice de disponibilidad respecto al diseño de Mantenimiento propuesto es de 98.5% de disponibilidad, teniendo un nivel de incremento del 16.47%.
- Gracias a la presente investigación se pudo demostrar que la validez del segundo objetivo planteado que corresponde a la aplicación del análisis de confiabilidad mejora el índice de mantenimiento programado de la gestión de mantenimiento con un incremento considerable de 52.64% acertando la hipótesis y comparando los resultados de la misma manera el estudio de Rodríguez del Águila (2012) en su tesis “Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca”, donde indica que las tareas programadas cumplidas llegaron a un nivel de 83.25% logrando los objetivos planteados.

## **V. Conclusiones**

1. La presente tesis tuvo como objetivo principal mejorar la gestión de mantenimiento aplicando la metodología del RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad que ayude a incrementar el porcentaje de disponibilidad de la máquina papelera utilizando todas las herramientas que involucren al cumplimiento del objetivo.
2. En este sentido se inició con un análisis de la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento, con intervención directa de la jefatura apoyando a la búsqueda de información y las causas principales sobre el defecto en la disponibilidad y las horas perdidas no programadas. Definitivamente se encontraron diversas causas, dentro de las cuales nos enfocamos en poder organizar una mejor estructura en el programa de mantenimiento preventivo, además de organizar formatos que ayuden al registro de cada equipo como un historial digital y de esa manera poder tener data para anteponernos ante una falla imprevista.
3. Ante este escenario, se utilizaron indicadores que ayuden a cuantificar los resultados, en relación al MTBF (tiempo medio entre fallas) se finalizó con 29,46 fallas/hora que significa una ocurrencia de falla cada 29.46 horas frente a las 18.83 horas antes de la implantación obteniendo una mejora de 10.63 horas. El MTTR (tiempo medio entre reparación) con resultado de 0.94 horas/falla que significa que por cada falla el tiempo de reparación es de 0.94 horas en frente a 1.48 horas del resultado antes de la implementación obteniendo como mejora en la disminución de tiempo de 0.54 horas.
4. Con respecto a la disponibilidad de maquina se obtuvieron resultados positivos con 96.8% de promedio en las 20 semana de estudio, incrementando en 4.62% después de la implementación de mejora, que transformado en horas es aproximadamente 33.56 horas. Del mismo modo se puedo cuantificar el cumplimiento del índice de mantenimiento programado antes y después obteniendo un resultado promedio de 90.2% significando un incremento considerable de 52.64%. En definitiva la gestión de mantenimiento se midió por el producto de disponibilidad y el índice de mantenimiento productivo con un resultado de 87.34% luego de la mejora, ratificando de esa manera que la aplicación del RCM y sus herramientas, mejoran la gestión de mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A.

## **VI. Recomendaciones**

1. En relación a poder ejecutar una efectiva gestión de mantenimiento es de suma importancia poder cuantificar con datos reales para saber en qué situación se encuentra; de esa manera poder medir, controlar y establecer mejoras de oportunidades dentro de la gestión.
2. Del mismo modo es importante poder compartir con los trabajadores la metodología de confiabilidad y desplegar todo lo que implica el RCM comprometiéndolos en referencia a la seguridad, el cuidado con el medio ambiente, las buenas prácticas de mantenimiento y concientización en el trabajo.
3. Para poder lograr sostenibilidad en los resultados obtenidos con respecto a la gestión de mantenimiento es importante hacer un seguimiento mensual en los indicadores, detallando los resultados obtenidos y elaborando una tendencia cumplimiento sobre los resultados obtenidos.
4. Es importante conservar el historial de equipos que ayuden a controlar información en referencia a las intervenciones, cambio de repuestos y características de la máquina. Asimismo controlar los formatos brindados durante la investigación que ayuden al objetivo de asegurar la máxima disponibilidad de la maquina papelera. De igual manera es importante poder actualizar el programa de mantenimiento cada frecuencia determinada de tiempo para manjar datos con equipos reales y en funcionamiento integrando el mantenimiento eléctrico de planta en general.

## **VII. Referencias bibliográficas**

ARIAS, Fernando. El proyecto de la investigación: Introducción a la metodología científica. Venezuela: Episteme, 2006.

ISBN: 9800785299

BEHAR Rivero, Daniel. Metodología de la investigación. Editorial Shalom: 2008. 94p.

ISBN: 9789592127837

BECERRA Gilberto y PAULINO Jony. El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del 8 mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero. Tesis (Maestro en Ingeniería con mención en Gerencia e Ingeniería de Mantenimiento). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.

CURIEL Roberto y PADILLA Gonzalo. Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de agua cruda en la empresa Acuacar S.A. Tesis de grado (especialista en gerencia de mantenimiento). Venezuela: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2010.

CRUZ Ramos, Luis. Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa textil WG SAC – Lima. Tesis (Ingeniero mecánico electricista). Perú: Universidad César Vallejo, 2016.

GARCIA Garrido, Santiago. “La contratación del Mantenimiento Industrial”. Ediciones Días de Santos: Madrid, 2010. 143p.

ISBN: 9788499690186

GONZÁLES Francisco. Teoría y práctica del Manteamiento Industrial Avanzado. 2da Edición, Artegift. Madrid: 2005. 389p.

ISBN: 8496169499

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación. 6ta edición.  
Interamericana editores: México, 2014. 634p.  
ISBN: 9781456223960

HINES William, MONTGOMERY Douglas y GOLDSMAN David. Probabilidad y Estadística para Ingeniería. Grupo Editorial PATRIA. 4ta. Edición. México: 2005.  
ISBN: 9789702405535

MILANESE Negro, Christian. Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la máquina papelera. Tesis (Ingeniero mecánico). Venezuela: Universidad Simón Bolívar, 2013.

MORA Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Alfaomega Grupo Editor: México, 2009. 528p.  
ISBN: 9789586827690

MOUBRAY John. “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”. Deerfield RD: Estados Unidos - Lillington North Carolina, 2004.  
ISBN: 0953960323

PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Igenon: Sevilla, 2012, 166p.  
ISBN 9788495499677

RIVERA Rubio, Enrique. Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011.  
ISBN: 978-84-7978-577-2

RODRIGUEZ del Águila, Miguel. Propuesta de mejora de la Gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Privada del Norte, 2012.

SEAS, Estudios Superiores Abiertos, Gestión de Mantenimiento 1° ed. Grupo Sanvalero, 2007. 250 p.

ISBN: 978-84-155-45-60-5

SEPÚLVEDA Gonzales, Francisco. Planificación del mantenimiento en Compañía papelera del Pacifico S.A, apoyado por MPX MANTEC. Tesis (Ingeniero de ejecución mecánica). Chile: Universidad de Talca – Curico, 2006.

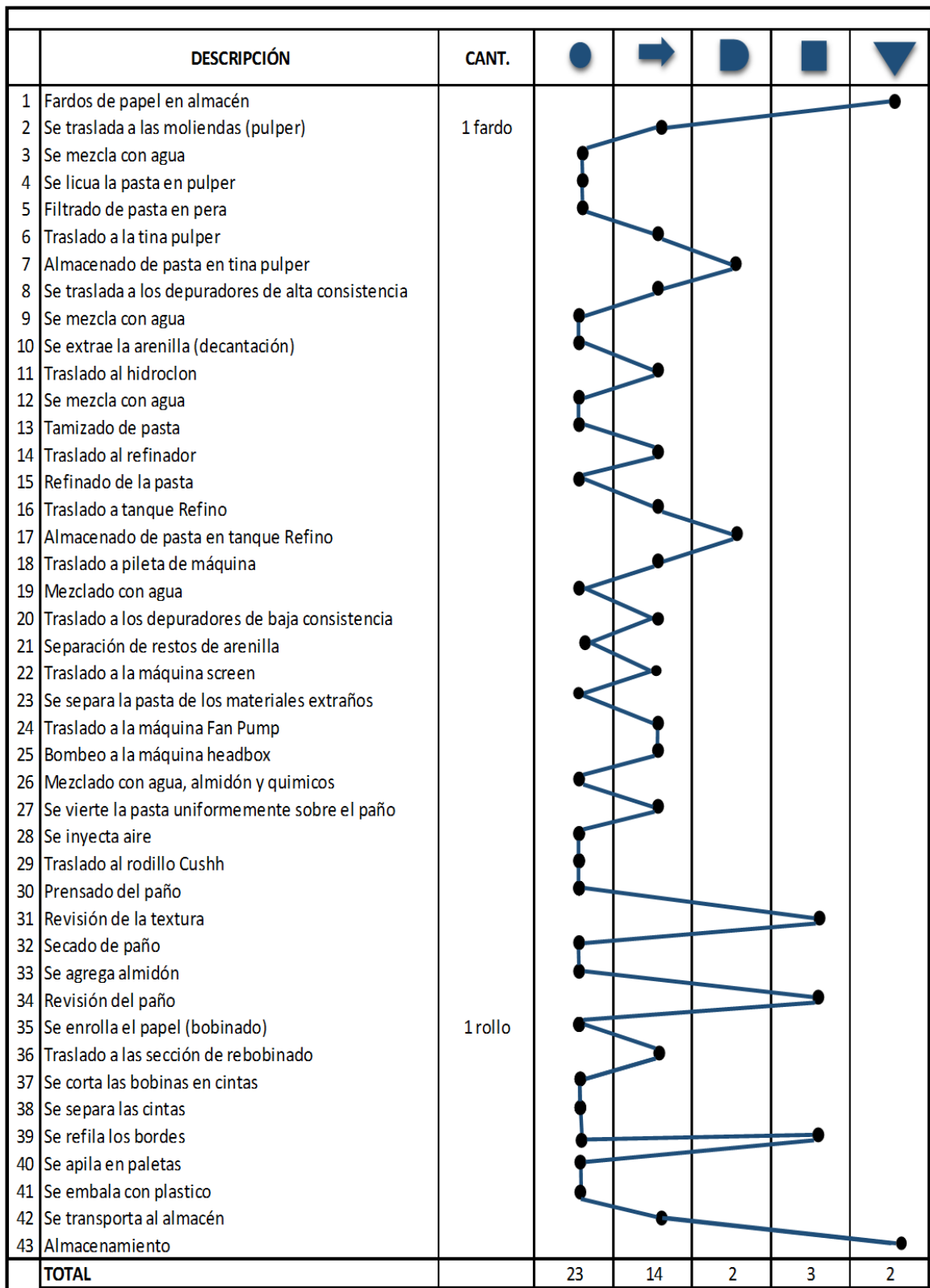
VALDÉS Atencio, Jorge. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast. Título de grado (Administrador Industrial). Colombia: Universidad de Cartagena, 2009.

VARGAS Yupanqui, Esnider. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de repujado de la empresa Industrias FAMY EIRL, Los Olivos, 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.

VILLACRÉS Parra, Sergio. Desarrollo de un plan de Mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP. Trabajo de investigación (Magister en Gestión de Mantenimiento Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.

## VIII. ANEXOS

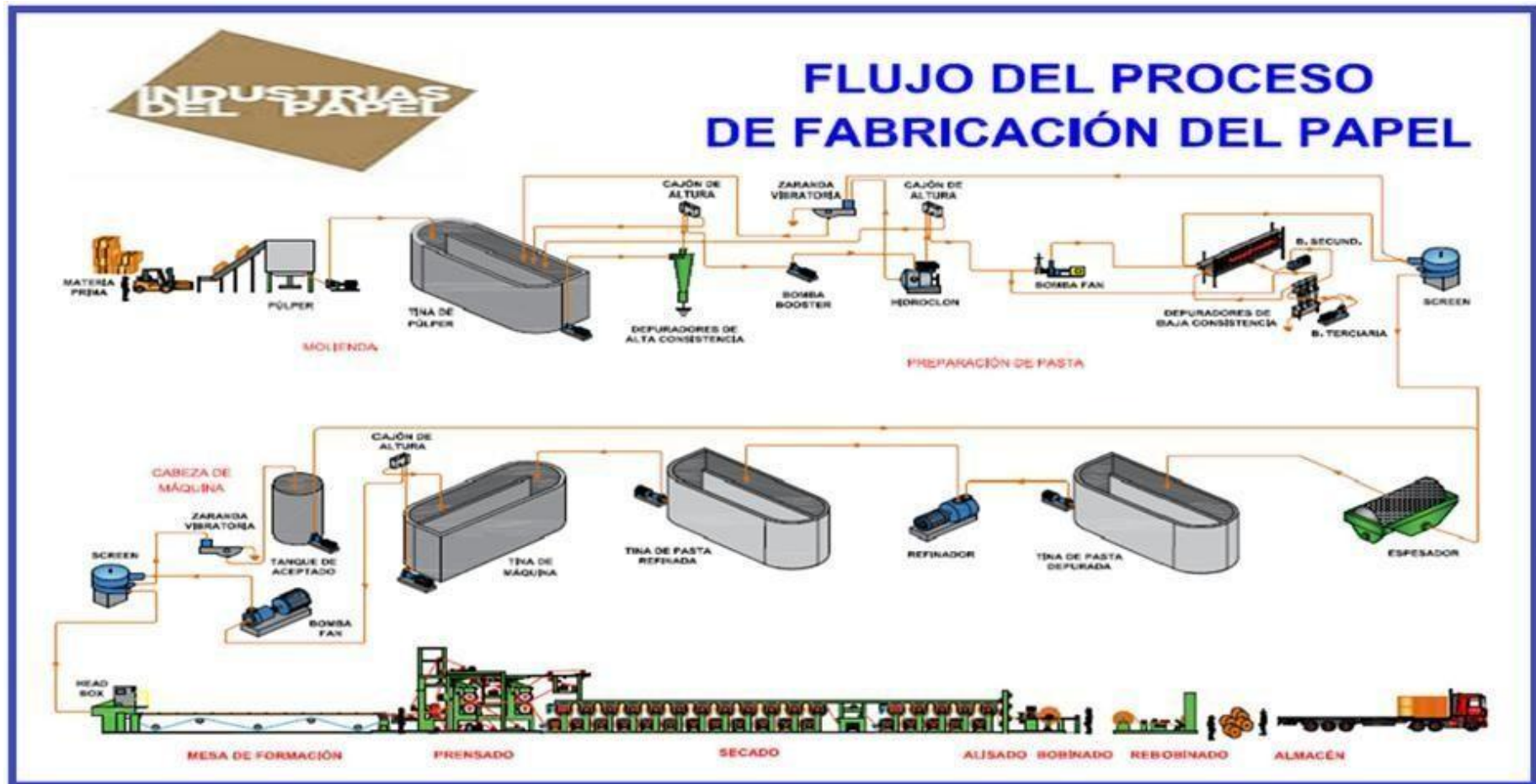
### Anexo 1: Diagrama de Proceso de Actividades en la fabricación del Papel



Fuente: elaboración propia



## Anexo 2 Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia

# Diagnóstico de Mantenimiento

## Anexo 3: Diagnóstico de Mantenimiento

Área: MANTENIMIENTO

Jefe encargado: LUIS PARIONA RUPAY

| AREA 1: ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO  |    |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
|--|----|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| ASPECTOS A CONSIDERAR  | 10 | 9 | 8 | 7 | 6  | 5  | 4  | 3 | 2 | 1 |
| Claridad de las políticas respecto al Mantenimiento en la planta                               |    |   |   |   |    |    | x  |   |   |   |
| Claridad de los objetivos respecto al Mantenimiento en la planta                               |    |   |   |   |    | x  |    |   |   |   |
| Grado de comunicación de todas las áreas , con respecto de Mantenimiento en la planta          |    |   |   |   |    |    | x  |   |   |   |
| Mantenimiento en su planta tiene libertad de acción dentro de la Organización.                 |    |   |   |   |    |    | x  |   |   |   |
| Claridad de la estructura orgánica y en especial del Área de Mantenimiento de la planta        |    |   |   |   |    | x  |    |   |   |   |
| Internamente, mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras dentro de la planta |    |   |   |   |    | x  |    |   |   |   |
| Mantenimiento trabaja dentro de limites de responsabilidad claros y definidos                  |    |   |   |   | x  |    |    |   |   |   |
| Mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios                                       |    |   |   |   | x  |    |    |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta es tenido en cuenta por el resto de las áreas.                      |    |   |   |   |    | x  |    |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta tiene definidas sus funciones claramente.                           |    |   |   |   |    |    | x  |   |   |   |
| Subtotales:  | 0  | 0 | 8 | 0 | 12 | 20 | 16 | 3 | 0 | 0 |
| TOTAL: 59 %  |    |   |   |   |    |    |    |   |   |   |

| AREA 2: ADMINISTRACIÓN  |    |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
|---|----|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| ASPECTOS A CONSIDERAR   | 10 | 9 | 8 | 7  | 6  | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Mantenimiento de la planta trabaja basado en un Presupuesto Operativo anual que cubre todas sus actividades                     |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta trabaja dentro del sistema de costos.  |    |   | x |    |    |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento en la planta trata de reducir constantemente los costos operativos  |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento en la planta participa en la elaboración de los Presupuestos anuales y en el establecimiento de niveles de gastos |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento en la planta controla y trata de reducir sus gastos   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| El Área de Administración presta apoyo a Mantenimiento en la planta   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| El Área de Sistemas presta apoyo a Mantenimiento en la planta   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| La información de la planta llega a Mantenimiento en tiempo y forma   |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta participa en cuanto a los planes de Mercadeo   |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| Grado de ordenamiento interno de Mantenimiento de la planta en cuanto a lo Administrativo                                       |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Subtotales:   | 0  | 0 | 8 | 21 | 24 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL: 63 %   |    |   |   |    |    |    |   |   |   |   |

INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A.

### AREA 3: PERSONAL DE MANTENIMIENTO

| ASPECTOS A CONSIDERAR   | 10 | 9 | 8 | 7  | 6  | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|----|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Mantenimiento de la planta tiene personal en cantidad suficiente  |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta tiene personal de calidad técnica  |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| El personal de Mantto. de la planta conoce y observa los objetivos de la Empresa y los particulares del Área                    |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| El personal de Mantenimiento de la planta se capacita permanentemente   |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| El personal de Mantenimiento de la planta trabaja solo y es responsable de las tareas que realiza                               |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Rotación de personal (ingresos / egresos) de Mantenimiento de la planta   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Ausentismo del Personal de Mantenimiento de la planta   |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Facilidad de Mantenimiento de la planta para cubrir vacantes  |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Las acciones de desarrollo del Personal de Mantenimiento de la planta permiten ascensos e integración de cuadros de Supervisión |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| Frecuencia (alta / baja) de aplicación de sanciones   |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
|   | 0  | 0 | 0 | 21 | 24 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>TOTAL: 60 %</b>  |    |   |   |    |    |    |   |   |   |   |

### AREA 4: EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO

| ASPECTOS A CONSIDERAR   | 10 | 9 | 8 | 7 | 6  | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|----|---|---|---|----|----|---|---|---|---|
| Mantenimiento de la planta acciona en base a planes y programas   |    |   |   |   |    | x  |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta participa en la elaboración de los programas de producción.                                    |    |   |   |   |    | x  |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización de activos productivos          |    |   |   |   | x  |    |   |   |   |   |
| Grado de aplicación del concepto de Mant prev. en la planta, con rutinas de inspección y revisión planeadas               |    |   |   |   |    | x  |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta tiene archivos de documentación técnica e historial de los equipos al día                      |    |   |   |   |    |    |   | x |   |   |
| Mantenimiento de la planta dispone de repuestos, suministros generales y existencia en los almacenes                      |    |   |   |   | x  |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta dispone de herramientas de banco, equipos y máquinas suficientes y en buen estado              |    |   |   |   |    | x  |   |   |   |   |
| Se lubrican equipos e instalaciones de la planta en base a un programa establecido en base a rutinas                      |    |   |   |   |    |    | x |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas                            |    |   |   |   |    |    | x |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta dispone con suficientes datos sobre costos y presupuestos, contabilidad apoya en esta gestión. |    |   |   |   |    | x  |   |   |   |   |
|   | 0  | 0 | 0 | 0 | 12 | 25 | 8 | 3 | 0 | 0 |
| <b>TOTAL: 48 %</b>  |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |

INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A.



### AREA 5: SUPERVISIÓN Y GESTIÓN

| ASPECTOS A CONSIDERAR   | 10 | 9 | 8 | 7  | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|----|---|---|----|----|---|---|---|---|---|
| Conocimientos de sus obligaciones técnicas, funciones de control y responsabilidad sobre los resultados                     |    |   |   | x  |    |   |   |   |   |   |
| Respaldo de la empresa en la supervisión de la planta: Supervisión recibe constantemente capacitación                       |    |   |   |    | x  |   |   |   |   |   |
| La supervisión elabora los planes y programas de acciones de Mantenimiento de la planta y controla su grado de cumplimiento |    |   |   |    |    |   | x |   |   |   |
| La supervisión conoce, cumple y hace cumplir los Objetivos y Principios de la empresa.                                      |    |   |   |    |    | x |   |   |   |   |
| La supervisión maneja y aplica el concepto de economía y control de costos de Mantto. de la planta                          |    |   |   |    |    |   | x |   |   |   |
| La supervisión de la planta sabe escuchar a su personal   |    |   |   |    | x  |   |   |   |   |   |
| La supervisión de la planta analiza y resuelve problemas por sí misma   |    |   |   |    | x  |   |   |   |   |   |
| La supervisión de la planta tiene fluida relación con el nivel de operarios   |    |   |   |    | x  |   |   |   |   |   |
| La supervisión de la planta tiene fluida relación con los niveles superiores  |    |   |   |    | x  |   |   |   |   |   |
| Grado de relación entre supervisores de Mantenimiento de la planta con los de otras Áreas de la Empresa                     |    |   |   | x  |    |   |   |   |   |   |
|   | 0  | 0 | 0 | 14 | 30 | 5 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| <b>TOTAL: 57 %</b>  |    |   |   |    |    |   |   |   |   |   |

### AREA 6: ABASTECIMIENTO DE MATERIALES Y REPUESTOS

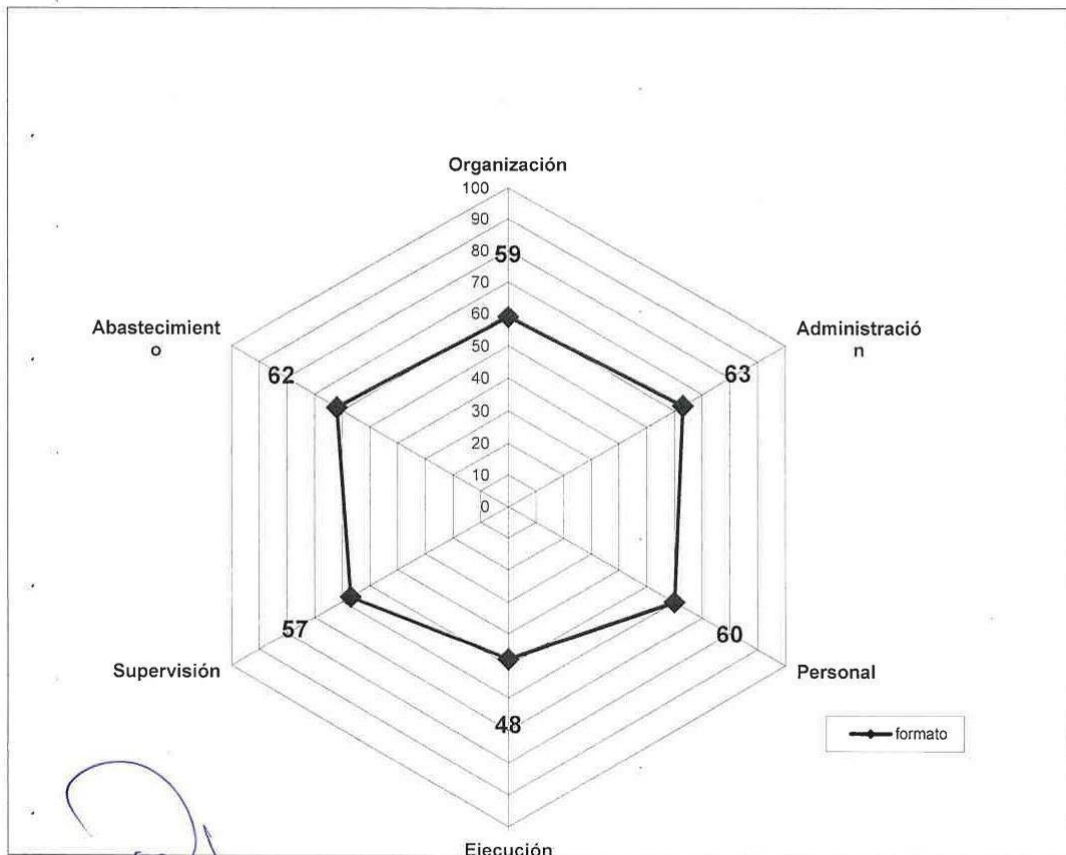
| ASPECTOS A CONSIDERAR   | 10 | 9 | 8 | 7  | 6  | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|----|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Velocidad de respuesta a los requerimientos de compras de repuestos, materiales y suministros para Mantenimiento de la planta |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
| Almacenes de repuestos ordenados  |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Mecanismos de recepción (calidad y cantidad) establecidos   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Se compra en base a especificaciones precisas de la planta  |    |   | x |    |    |    |   |   |   |   |
| Catálogo de Componentes (repuestos) de la planta actualizado  |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Disponibilidad de repuestos, materiales y suministros   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Mantenimiento de la planta tiene participación en el proceso de compra  |    |   |   | x  |    |    |   |   |   |   |
| Registro de Proveedores actualizado   |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Se respetan los niveles máximo / mínimo de existencias  |    |   |   |    | x  |    |   |   |   |   |
| Grado de facilidad para contratar servicios de terceros   |    |   |   |    |    | x  |   |   |   |   |
|   | 0  | 0 | 8 | 14 | 30 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>TOTAL: 62 %</b>  |    |   |   |    |    |    |   |   |   |   |

*Isaac*  
INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A.

## RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

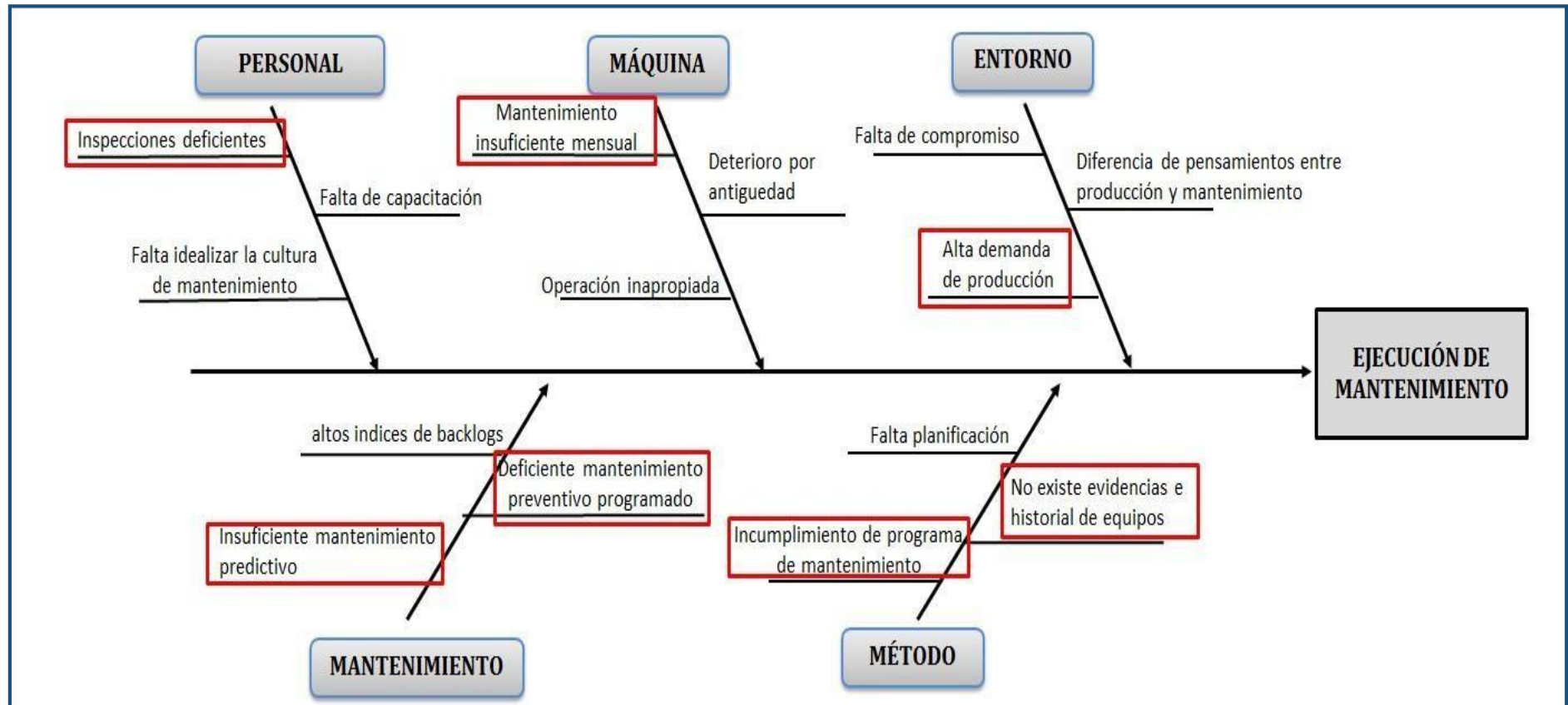
### Radar de Mantenimiento

| Resultados |              |                |          |           |             |                |
|------------|--------------|----------------|----------|-----------|-------------|----------------|
| Area       | Organización | Administración | Personal | Ejecución | Supervisión | Abastecimiento |
| %          | 59           | 63             | 60       | 48        | 57          | 62             |



*[Handwritten signature]*  
INDUSTRIAS DEL PAPEL SA

#### Anexo 4: Análisis de diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia

## Anexo 5: Tabla de correlación

| ÍTEM | DESCRIPCION   | 1                        | 2                                  | 3                   | 4                         | 5                   | 6                     | 7                        | 8   | 9                                   | 10  | 11  | 12                    | 13                         | 14                                    | 15  |
|------|---|--------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|---|---|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|
|      |   | Inspecciones deficientes | Mantenimiento insuficiente mensual | Falta de compromiso | altos indices de backlogs | Falta planificación | Falta de capacitación | Deterioro por antigüedad | Diferencia de pensamientos entre producción y mantenimiento | Deficiente mantenimiento preventivo | No existe evidencias e historial de equipos | Falta idealizar la cultura de mantenimiento | Operación inapropiada | Alta demanda de producción | Insuficiente mantenimiento predictivo | Incumplimiento de programa de mantenimiento |
| 1    | Inspecciones deficientes                                    |                          | 1                                  | 1                   | 0                         | 1                   | 1                     | 0                        | 0   | 1                                   | 1   | 1   | 0                     | 1                          | 1                                     | 1   |
| 2    | Mantenimiento insuficiente mensual                          | 1                        |                                    | 1                   | 1                         | 1                   | 1                     | 0                        | 0   | 1                                   | 1   | 1   | 0                     | 1                          | 1                                     | 1   |
| 3    | Falta de compromiso   | 0                        | 0                                  |                     | 0                         | 1                   | 1                     | 0                        | 1   | 0                                   | 0   | 1   | 1                     | 0                          | 0                                     | 1   |
| 4    | altos indices de backlogs                                   | 1                        | 1                                  | 0                   |                           | 1                   | 0                     | 0                        | 0   | 1                                   | 1   | 0   | 0                     | 0                          | 1                                     | 1   |
| 5    | Falta planificación   | 1                        | 1                                  | 0                   | 1                         |                     | 0                     | 0                        | 0   | 1                                   | 1   | 1   | 0                     | 1                          | 1                                     | 1   |
| 6    | Falta de capacitación                                       | 1                        | 0                                  | 1                   | 1                         | 1                   |                       | 0                        | 0   | 0                                   | 1   | 0   | 1                     | 0                          | 1                                     | 0   |
| 7    | Deterioro por antigüedad                                    | 0                        | 1                                  | 1                   | 0                         | 0                   | 0                     |                          | 0   | 1                                   | 0   | 0   | 0                     | 1                          | 0                                     | 0   |
| 8    | Diferencia de pensamientos entre producción y mantenimiento | 0                        | 1                                  | 1                   | 0                         | 1                   | 0                     | 0                        |   | 1                                   | 0   | 1   | 0                     | 0                          | 0                                     | 1   |
| 9    | Deficiente mantenimiento preventivo                         | 1                        | 1                                  | 1                   | 1                         | 1                   | 1                     | 0                        | 1   |                                     | 1   | 1   | 0                     | 1                          | 1                                     | 1   |
| 10   | No existe evidencias e historial de equipos                 | 1                        | 1                                  | 1                   | 1                         | 1                   | 1                     | 0                        | 0   | 1                                   |   | 1   | 0                     | 1                          | 1                                     | 1   |
| 11   | Falta idealizar la cultura de mantenimiento                 | 1                        | 0                                  | 1                   | 0                         | 0                   | 1                     | 0                        | 0   | 0                                   | 1   |   | 1                     | 0                          | 0                                     | 1   |
| 12   | Operación inapropiada                                       | 0                        | 0                                  | 1                   | 0                         | 0                   | 1                     | 0                        | 1   | 0                                   | 0   | 1   |                       | 1                          | 0                                     | 0   |
| 13   | Alta demanda de producción                                  | 0                        | 1                                  | 0                   | 0                         | 0                   | 0                     | 0                        | 0   | 1                                   | 0   | 1   | 0                     |                            | 1                                     | 1   |
| 14   | Insuficiente mantenimiento predictivo                       | 1                        | 1                                  | 0                   | 1                         | 1                   | 1                     | 1                        | 0   | 1                                   | 1   | 1   | 1                     | 1                          |                                       | 1   |
| 15   | Incumplimiento de programa de mantenimiento                 | 1                        | 1                                  | 0                   | 1                         | 1                   | 1                     | 1                        | 1   | 1                                   | 1   | 1   | 1                     | 1                          | 1                                     |   |

Fuente: Elaboración propia


## Anexo 6: Plan de acción

| PROCESO: MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |   |   |                             | JULIO |      |      |      | AGOSTO |      |      |      | SETIEMBRE |      |      |      | OCTUBRE |      |      |      | NOVIEMBRE |      |      |      |
|--|---|---|-----------------------------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|-----------|------|------|------|---------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| ITEM   | CAUSA                                       | ACCIÓN  | RESPONSABLE                 | SEM1  | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1   | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1      | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1    | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1      | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| 1  | Inspección deficiente                       | Iniciar a medir la situación actual con respecto a los indicadores para poder controlar y luego establecer mejoras. | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Desarrollar la estrategia de análisis de confiabilidad con participación del personal de mantenimiento.             | jefe de mantenimiento       |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Idealizar con charlas las buenas prácticas y cultura de mantenimiento.  | supervisor de mantenimiento |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
| 2  | Deficiente mantenimiento preventivo         | Crear programa de mantenimiento preventivo mensual.   | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Priorizar reparaciones en equipos críticos con tiempo programado.   | jefe de mantenimiento       |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
| 3  | Insuficiente mantenimiento predictivo       | Crear formato de lubricación de máquina y equipos de planta.  | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Desarrollar programa de mantenimiento predictivo.   | jefe de mantenimiento       |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
| 4  | Incumplimiento de programa de mantenimiento | Establecer indicador de cumplimiento de programa de mantenimiento.  | jefe de mantenimiento       |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Mantener una línea de tendencia para sostener los indicadores de cumplimiento.                                      | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
| 5  | Falta de evidencias e historial de equipos  | Crear formato de historial de equipos.  | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Desarrollar archivos digitales para los equipos y máquina de planta.  | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |
|  |   | Desarrollar lista de repuestos y componentes críticos en la máquina.  | planner de mantenimiento    |       |      |      |      |        |      |      |      |           |      |      |      |         |      |      |      |           |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 7: Formato de reporte de eficiencia de supervisores de producción

|    |                | <b>REPORTE DE EFICIENCIA DE SUPERVISOR</b> |                          |                          |                          | GP-JP-F- 24<br>Revisión :01 |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------|--|--|--|--------|-----|---------------------|--|--|--|--|--|------------------------------|--|--|--|--|--|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <table border="1"> <tr><td>Fecha</td><td></td></tr> <tr><td>Turno</td><td></td></tr> <tr><td>Supervisor</td><td></td></tr> <tr><td>Horas a Trabajar</td><td></td></tr> </table>   |                | Fecha                                      |                          | Turno                    |                          | Supervisor                  |       | Horas a Trabajar             |  | <table border="1"> <tr><td>INICIO</td><td>FIN</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> |  | INICIO | FIN |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fecha   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Turno   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Supervisor  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Horas a Trabajar  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INICIO  | FIN            |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1"> <tr><td>Calidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Gramaje (gr/m<sup>2</sup>)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ancho de Bobina (m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad de Máquina (m/min)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producción Real (Kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> |                | Calidad                                    |                          |                          |                          |                             |       | Gramaje (gr/m <sup>2</sup> ) |  |  |  |        |     | Ancho de Bobina (m) |  |  |  |  |  | Velocidad de Máquina (m/min) |  |  |  |  |  | Producción Real (Kg) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Calidad   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Gramaje (gr/m <sup>2</sup> )  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ancho de Bobina (m)   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Velocidad de Máquina (m/min)  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Producción Real (Kg)  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |                | TIEMPO 1                                   | TIEMPO 2                 | TIEMPO 3                 | TIEMPO 4                 | TIEMPO 5                    |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| HORA DE INICIO  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Horas Productivas por problemas operativos  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Horas Productivas por problemas mecánicos   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Horas Disponibles   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Productividad (Kg/hr)   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Producción sin problemas operativos (Kg)  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Producción sin problema Mecánico (Kg)   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Problemas Operativos</b>   |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Item  | Característica | Tiempos Perdidos 1 (hrs)                   | Tiempos Perdidos 2 (hrs) | Tiempos Perdidos 3 (hrs) | Tiempos Perdidos 4 (hrs) | Tiempos Perdidos 5 (hrs)    | Total | Observaciones                |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10  |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Total tiempo Perdido (Hrs)  |                | 0  | 0                        | 0                        | 0                        | 0                           |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Problemas Mecánicos</b>  |                |  |                          |                          |                          |                             |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Item  | Característica | Tiempos Perdidos 1 (hrs)                   | Tiempos Perdidos 2 (hrs) | Tiempos Perdidos 3 (hrs) | Tiempos Perdidos 4 (hrs) | Tiempos Perdidos 5 (hrs)    | Total | Observaciones                |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9   |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10  |                |  |                          |                          |                          |                             | 0     |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Total tiempo Perdido (Hrs)  |                | 0  | 0                        | 0                        | 0                        | 0                           |       |                              |  |  |  |        |     |                     |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8: Formato de avance de producción diario

[illegible]

*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo 9: Matriz de Consistencia

| TÍTULO   | PROBLEMAS ESPECÍFICOS  | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS  | OBJETIVOS ESPECÍFICOS   | VARIABLE INDEPENDIENTE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIÓN                          | INDICADOR  | ESCALA DE MEDICIÓN        |
|--|--|--|---|---|---|--|------------------------------------|--|---------------------------|
| <b>APLICACIÓN DEL R.C.M. PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A., CHACLA CAYO - 2018.</b> | ¿De qué manera la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018?                     | La aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.                     | Determinar de qué manera la aplicación del RCM incrementa la disponibilidad en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.                     | <b>R.C.M<br/>(MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD)</b> | Para Moubrey (2004), "Es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual" (p.7).  | Es una de las metodologías de mantenimiento más utilizadas en gran parte de la industria. Aplicándolo en toda la parte sistemática integral de la organización se podrán conseguir los objetivos deseados por el área: Aumentar la disponibilidad, aumentar la vida útil de los equipos y minimizar los costos de mantenimiento ayudando a la productividad del proceso. | CONFIABILIDAD                      | $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Nº de fallas}}$  | RAZÓN                     |
|  | ¿De qué manera la aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018? | La aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018. | Determinar de qué manera la aplicación del RCM incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018. |   |   |  | MANTENIBILIDAD                     | $MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Nº de fallas}}$  | RAZÓN                     |
|  | <b>PROBLEMA GENERAL</b>  | <b>HIPÓTESIS GENERAL</b>   | <b>OBJETIVO GENERAL</b>   | <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>                                   | <b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>  | <b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>  | <b>DIMENSIÓN</b>                   | <b>INDICADOR</b>   | <b>ESCALA DE MEDICIÓN</b> |
|  | ¿De qué manera la aplicación del RCM mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A en el año 2018?               | La aplicación del RCM mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.               | Determinar de qué manera la aplicación del RCM mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Industrias del Papel S.A, en el año 2018.               | <b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>                               | Según Mora (2009), "La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todo lo inherente a mantenimiento. A la vez, responde a las necesidades de producción, contribuyendo a la productividad y competitividad de la empresa" (pág. 54). | La gestión de mantenimiento dentro de una organización cumple una labor importante para poder cumplir con los objetivos trazados; por ello esta gestión debe tener la capacidad de poder organizar, planificar, y administrar los recursos que tiene y como parte fundamental el recurso más valioso que es la parte de operación.                                       | DISPONIBILIDAD                     | $D = \frac{\text{Total horas prog.} - \text{horas por manto.}}{\text{Total horas programadas}} \times 100$       | PORCENTUAL                |
|  |  |  |   |   |   |  | ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | $IMP = \frac{\text{horas de mantenimiento programado}}{\text{Total horas dedicadas a mantenimiento}} \times 100$ | PORCENTUAL                |

Fuente: elaboración propia

### Anexo 10: Listado de equipos codificado y con criticidad

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN PREPARACIÓN DE PASTA |                 |  |
|--|-----------------|--|
| CÓDIGO DE ITEM                                   | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO                                    |
| PR1PP1   |                 | SECCION PREPARACION DE PASTA                         |
|  | BM 011          | BOMBA DE PASTA N°1                                   |
|  | ME 024          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA N°1                    |
|  | BM 012          | BOMBA DE PASTA N°2                                   |
|  | ME 025          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA N°2                    |
|  | BM 013          | BOMBA DE PASTA BUSTER N°1                            |
|  | ME 026          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA BUSTER N°1                      |
|  | BM 014          | BOMBA DE PASTA BUSTER N°2                            |
|  | ME 027          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA BUSTER N°2                     |
|  | ME 028          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL HIDROCLON N°1              |
|  | ME 029          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL HIDROCLON N°2               |
|  | ME 030          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL BOMBO RECUPERADOR (VARGO)  |
|  | ME 031          | MOTOR DEL HIDROCLON BELOIT                           |
|  | ME 032          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE LA ZARANDA VIBRATORIA       |
| PR1PP1ZR1  |                 | ZONA DE REFINOS                                      |
|  | RM 004          | REDUCTOR DEL AGITADOR DEL TANQUE DE REFINO           |
|  | ME 033          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL AGITADOR DEL TANQUE REFINO |
|  | BM 015          | BOMBA DE PASTA N°1                                   |
|  | ME 034          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE PASTA N°1                   |
|  | BM 016          | BOMBA DE PASTA N°2                                   |
|  | ME 035          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE PASTA N°2                   |
|  | ME 036          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL REFINADOR PILAO N°1        |
|  | ME 037          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL REFINADOR PILAO N°2        |
|  | ME 038          | MOTOR DEL REFINADOR HERGEN                           |
|  | ME 204          | MOTOR DEL REFINADOR BELOIT                           |
|  | ME 039          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL AGITADOR DE TINA MAQUINA   |
|  |                 |  |
| <b>TOTAL</b>                                     | <b>24</b>       |  |

| ESCALA DE REFERENCIA |    |
|----------------------|----|
| CRITICO              | 8  |
| IMPORTANTE           | 16 |

Fuente: Datos de la empresa

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN CABEZA DE MÁQUINA |                 |  |
|---|-----------------|--|
| CÓDIGO DE ITEM                                | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO  |
| PR1CM1  |                 | SECCION CABEZA DE MÁQUINA                                    |
|   | BM 017          | BOMBA DE PASTA   |
|   | ME 040          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE PASTA                                |
|   | BM 018          | BOMBA FAM PUMP N°1   |
|   | ME 041          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA FAMPUMP N°1                       |
|   | BM 019          | BOMBA FAM PUMP N°2   |
|   | ME 042          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA FAMPUMP N°2                 |
|   | BM 020          | BOMBA SECUNDARIA   |
|   | ME 043          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA SECUNDARIA                  |
|   | BM 021          | BOMBA TERCIAIA   |
|   | ME 044          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA TERCIAIA                    |
|   | BM 022          | BOMBA CUATERNARIA  |
|   | ME 045          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA CUATERNARIA                 |
|   | ME 046          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL SCREEN N°1                          |
|   | ME 047          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL SCREEN N°2                          |
|   | ME 048          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL AGITADOR DEL TANQUE DE COLORANTE    |
|   | ME 049          | ELECTROBOMBA DEL DOSIFICADOR DEL TANQUE DE COLORANTE         |
|   | ME 050          | MOTORELECTRICO3ΦCADE LA FAJA TRANSFORMADORA DE MATERIA PRIMA |
|   | ME 052          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL ROLLO PERFORADO – MP2               |
|   | ME 053          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL ROLLO PERFORADO – MP3 N°1           |
|   | ME 054          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL ROLLO PERFORADO – MP3 N°2           |
|   | ME 055          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL AGITADOR DEL TANQUE DE ALMIDON      |
|   | BM 023          | BOMBA DE ENVIO DE ALMIDON                                    |
|   | ME 056          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE ENVIO DE ALMIDON                    |
|   |                 |  |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>23</b>       |  |

| ESCALA DE REFERENCIA |    |
|----------------------|----|
| CRITICO              | 6  |
| IMPORTANTE           | 17 |

Fuente: Datos de la empresa

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN MESA DE FORMACIÓN |                 |   |
|---|-----------------|---|
| CÓDIGO DE ITEM                                | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO   |
| PR1MP3MF1                                     |                 | SECCION MESA DE FORMACION – MP3   |
|   | RM 008          | REDUCTOR DEL ROLLO CABECERO   |
|   | ME 074          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL ROLLO CABECERO (TRAQUETEJO)                                 |
|   | RM 009          | REDUCTOR MANUAL   |
|   | ME 075          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL VENTILADOR DE MESA PLANA – MP3                              |
|   | BM 034          | BOMBA DE BAJO VACIO DE MESA PLANA – MP3   |
|   | ME 076          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE BAJO VACIO DE MESA PLANA – MP3                               |
|   | BM 035          | BOMBA DEL POZO COUCH – MP3  |
|   | ME 077          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE BOMBA DEL POZO COUCH – MP3                                   |
|   | ME 078          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL AGITADOR DEL POZO COUCH – MP3                               |
|   | BM 036          | BOMBA DEL CHORRO CORTADOR N°1   |
|   | ME 079          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL CHORRO CORTADOR N°1  |
|   | BM 037          | BOMBA DEL CHORRO CORTADOR #2 (NO FUNCIONA)  |
|   | ME 080          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL CHORRO CORTADOR N°2 (NO FUNCIONA)                            |
|   | BM 038          | BOMBA DEL TANQUE SILO – MP3 N°1   |
|   | ME 081          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL TANQUE SILO – MP3 N°1  |
|   | BM 039          | BOMBA DEL TANQUE SILO – MP3 N°2   |
|   | ME 082          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DEL TANQUE SILO – MP3 N°2  |
|   | BM 040          | BOMBA DE AGUA CLARA   |
|   | ME 083          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE AGUA CLARA   |
|   | BM 041          | BOMBA DE AGUA FRESCA  |
|   | ME 084          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE AGUA FRESCA  |
|   | BM 042          | BOMBA "X" DE AGUA RECUPERADA (EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)                         |
|   | ME 085          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE BOMBA "X" DE AGUA RECUPERADA (EN POZO PIERNABAROMETRICA MP3) |
|   | ME 086          | MOTOREDUCTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL LABIO DEL HEAD BOX                                   |
|   | BM 043          | BOMBA DE AGUA RECUPERADA N°1(EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)                          |
|   | ME 087          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE AGUA RECUPERADA N°1(EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)          |
|   | BM 044          | BOMBA DE AGUA RECUPERADA N°2 (EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)                         |
|   | ME 088          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE AGUA RECUPERADA N°2 (EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)          |
|   | BM 045          | BOMBASUMERGIBLEPARAEVACUACIONDE AGUA (EN POZO PIERNABAROMETRICAMP3)                   |
|   | ME 089          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA SUMERGIBLE (EN POZO PIERNA BAROMETRICA MP3)          |
|   | BM 046          | BOMBA DE VACIO DEL ROLLO COUCH – MP3  |
|   | ME 090          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE VACIO DEL ROLLO COUCH – MP3                                  |
|   | RM 010          | REDUCTOR DEL ROLLO COUCH  |
|   | ME 091          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DEL ROLLO COUCH                             |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>34</b>       |   |
| <b>ESCALA DE REFERENCIA</b>                   |                 |   |
| <b>CRITICO</b>                                | <b>13</b>       |   |
| <b>IMPORTANTE</b>                             | <b>21</b>       |   |

Fuente: Datos de la empresa

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN PENSADO |                 |   |
|-------------------------------------|-----------------|---|
| CÓDIGO DE ITEM                      | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO   |
| PR1MP3PN1                           |                 | SECCION PENSADO – MP3   |
|                                     | ME 106          | MOTORELECTRICO3Φ CA DE BOMBA DE AGUA SELLO (JUNTO AL MOTOR PRINCIPAL MP3) |
|                                     | BM 059          | BOMBA DE VACIO L3000 N°1  |
|                                     | ME 108          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DE LA BOMBA DE VACIO L3000 N°1                      |
|                                     | BM 060          | BOMBA DE VACIO L4000  |
|                                     | ME 109          | MOTOR ELECTRICO 3ΦCA DE LA BOMBA DE VACIO L4000                           |
| PR1MP3PN1PR1                        |                 | 1ERA PRENSA - MP3   |
|                                     | RM 014          | REDUCTOR DE LA 1ERA PRENSA  |
|                                     | ME 110          | MOTOR ELECTRICO3ΦCA DEL GUIADOR DE FAJA DE REDUCTOR DE LA 1ERA PRENSA     |
|                                     | BM 056          | BOMBA DE VACIO DE 1ERA PRENSA - INFERIOR                                  |
|                                     | ME 105          | MOTORELECTRICO3Φ CA DE LA BOMBA DE VACIO DE 1ERA PRENSA - INFERIOR        |
|                                     | BM 058          | BOMBA DE VACIO DE 1ERA PRENSA - SUPERIOR                                  |
|                                     | ME 107          | MOTORELECTRICO3Φ CABOMBA DE VACIO DE 1ERA PRENSA - SUPERIOR               |
| PR1MP3PN1PR2                        |                 | 2DA PRENSA - MP3  |
|                                     | RM 015          | REDUCTOR DE LA 2º PRENSA  |
|                                     | ME XXX          | MOTORELECTRICO3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DE REDUCTOR DE LA 2º PRENSA       |
| PR1MP3PN1PR3                        |                 | 3ERA PRENSA - MP3   |
|                                     | RM 016          | REDUCTOR DE LA 3º PRENSA  |
|                                     | ME 111          | MOTORELECTRICO3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DE REDUCTOR DE LA 3º PRENSA       |
|                                     | ME 112          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL VENTILADOR DE 3ERA PRENSA                       |
|                                     | BM 061          | BOMBA DE VACIO L300 DE 3ERA PRENSA - SUPERIOR                             |
|                                     | ME 113          | MOTORELECTRICO3Φ CA DE BOMBA DE VACIO L300 DE 3ERA PRENSA - SUPERIOR      |
|                                     |                 |   |
| TOTAL                               | 18              |   |

| ESCALA DE REFERENCIA |    |
|----------------------|----|
| CRITICO              | 10 |
| IMPORTANTE           | 8  |

Fuente: Datos de la empresa

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN SECADO |                 |   |
|------------------------------------|-----------------|---|
| CÓDIGO DE ITEM                     | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO   |
| PR1MP3SE1                          |                 | SECCION SECADO – MP3  |
|                                    | VE              | VENTILADOR DEL 1ER Y 2DO GRUPO DE SECADORES   |
|                                    | ME 118          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL VENTILADOR DEL 1ER Y 2DO GRUPO DE SECADORES                   |
| PR1MP3SE1GS1                       |                 | 1ER GRUPO DE SECADORES - MP3  |
|                                    | RM 022          | REDUCTOR DEL 1ER GRUPO DE SECADORES – MP3   |
|                                    | CR              | CARDÁN DEL 1ER GRUPO DE SECADORES   |
|                                    | ME 119          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DEL REDUCTOR DEL 1ER GRUPO DE SECADORES – MP3 |
| PR1MP3SE1GS2                       |                 | 2DO GRUPO DE SECADORES - MP3  |
|                                    | RM 023          | REDUCTOR DEL 2DO GRUPO DE SECADORES – MP3   |
|                                    | CR              | CARDÁN DEL 2DO GRUPO DE SECADORES   |
|                                    | ME 120          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DEL REDUCTOR DEL 2DO GRUPO DE SECADORES – MP3 |
| PR1MP3SE1GS3                       |                 | 3ER GRUPO DE SECADORES - MP3  |
|                                    | RM 024          | REDUCTOR DEL 3ER GRUPO DE SECADORES – MP3   |
|                                    | CR              | CARDÁN DEL 3ER GRUPO DE SECADORES   |
|                                    | ME 121          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DEL REDUCTOR DEL 3ER GRUPO DE SECADORES – MP3 |
|                                    |                 |   |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>11</b>       |   |

| ESCALA DE REFERENCIA |   |
|----------------------|---|
| CRITICO              | 6 |
| IMPORTANTE           | 5 |

Fuente: Datos de la empresa

| LISTADO DE EQUIPOS: SECCIÓN BOBINADO |                 |  |
|--------------------------------------|-----------------|--|
| CÓDIGO DE ITEM                       | CÓDIGO DE MÓVIL | NOMBRE DEL EQUIPO                                  |
| PR1MP3BO1                            |                 | SECCION BOBINADO – MP3                             |
|                                      | RM 027          | REDUCTOR DE POPE – MP3                             |
|                                      | ME 124          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA DEL GUIADOR DE FAJA DEL POPE |
|                                      | RM 028          | REDUCTOR PARA CAMBIO DE EJES – MP3                 |
|                                      | ME 125          | MOTOR ELECTRICO 3Φ CA PARA CAMBIO DE EJES – MP3    |
|                                      |                 |  |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>4</b>        |  |

| ESCALA DE REFERENCIA |   |
|----------------------|---|
| CRITICO              | 2 |
| IMPORTANTE           | 2 |

Fuente: Datos de la empresa



## Anexo 11: Programa de mantenimiento maestro

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |  |           |                      |   |                              |                   |                      |                        |
|---|--|-----------|----------------------|---|------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
| SECCION   | EQUIPO   | PRIORIDAD | FRECUENCIA<br>( MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA  | ESTACION DE<br>MANTENIMIENTO | RESPONSABLE       | UL TIMA<br>EJECUCIÓN | P RÓX IMA<br>EJECUCIÓN |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | <b>BOMBA DE DESCARGA N° 1 TINA<br/>PULPER</b>                | MEDIA     | 5                    | INSPECCION DE BOMBA DESCARGA N° 1 DE TINA PULPER                                      | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 12/10/18             | 11/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 1<br>TINA PULPER               | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 1<br>TINA PULPER                          | TALLER ELECTRICO             | ANGEL SOTO        | 20/08/18             | 17/04/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | BOMBA DE DESCARGA N° 2 TINA PULPER                           | MEDIA     | 5                    | INSPECCION DE BOMBA DESCARGA N° 2 DE TINA PULPER                                      | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 12/10/18             | 11/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 1<br>TINA PULPER               | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 2<br>TINA PULPER                          | TALLER ELECTRICO             | ANGEL SOTO        | 22/08/18             | 19/04/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | <b>CAJON DE ALTURA N° 1<br/>PREPARACION DE PASTA</b>         | BAJA      | 8                    | INSPECCION DE ESTRUCTURA Y TUBERIAS DE CAJA DE<br>ALTURA DE PREPARACION DE PASTA N° 1 | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI      | 23/07/18             | 20/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 1                          | MEDIA     | 5                    | INSPECCION DE DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 1                                     | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 12/10/18             | 11/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 2                          | MEDIA     | 5                    | INSPECCION DE DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 2                                     | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 12/10/18             | 11/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 3                          | MEDIA     | 5                    | INSPECCION DE DEPURADOR DE ALTA CONSISTENCIA N° 3                                     | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 12/10/18             | 11/03/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | <b>BOMBA BOOSTER N° 1</b>                                    | ALTA      | 3                    | INSPECCION DE BOMBA BOOSTER N° 1  | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 28/08/18             | 26/11/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR BOMBA BOOSTER N° 1                                     | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR BOOSTER N°1   | TALLER ELECTRICO             | CARLOS<br>SALCEDO | 06/05/18             | 01/01/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | BOMBA BOOSTER N° 2   | ALTA      | 3                    | INSPECCION DE BOMBA BOOSTER N° 2  | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 06/08/18             | 04/11/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR BOMBA BOOSTER N° 2                                     | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR BOOSTER N°2   | TALLER ELECTRICO             | ANGEL SOTO        | 20/10/18             | 17/06/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | <b>HIDROCLONE ESCHER WISS N° 1</b>                           | MEDIA     | 4                    | INSPECCION DE CHUMACERAS, BOCINA, TRANSMISION,<br>TAMIZ, ROTOR DE HIDROCLONE N° 1     | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 06/10/18             | 03/02/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DEL HIDROCLONE N° 1                                    | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR DEL HIDROCLONE N° 1   | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA     | 16/04/18             | 12/12/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | HIDROCLONE ESCHER WISS N° 2                                  | MEDIA     | 4                    | INSPECCION DE CHUMACERAS, BOCINA, TRANSMISION,<br>TAMIZ, ROTOR DE HIDROCLONE N° 1     | TALLER MECANICO              | DAVID VIVAS       | 06/10/18             | 03/02/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DEL HIDROCLONE N° 2                                    | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR DEL HIDROCLONE N° 2   | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA     | 17/04/18             | 13/12/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | ZARANDA VIBRATORIA N° 1 RECHAZO<br>HIDROCLONES               | BAJA      | 6                    | INSPECCION TRANSMISION, CHUMACERAS,<br>AMORTIGUADORES DE ZARANDA VIBRATORIA RECHAZO   | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI      | 19/08/18             | 15/02/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | <b>BOMBA DE DESCARGAN° 1 DE TINA DE<br/>PASTA DEPURADA</b>   | MEDIA     | 5                    | INSPECCION A BOMBA DE PASTA N° 1 DE TINA DE PASTA<br>DEPURADA                         | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI      | 06/06/18             | 03/11/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 1 DE<br>TINA DE PASTA DEPURADA | MEDIA     | 8                    | INSPECCION A MOTOR DE B BOMBA DE PASTA N° 1 DE<br>TINA DE PASTA DEPURADA              | TALLER ELECTRICO             | ANGEL SOTO        | 13/10/18             | 10/06/19               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | BOMBA DE DESCARGA N° 2 DE TINA DE<br>PASTA DEPURADA          | MEDIA     | 5                    | INSPECCION A BOMBA DE PASTA N° 2 DE TINA DE PASTA<br>DEPURADA                         | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI      | 14/07/18             | 11/12/18               |
| 03 PREPARACION<br>DE PASTA  | MOTOR DE BOMBA DE DESCARGA N° 2 DE<br>TINA DE PASTA DEPURADA | MEDIA     | 8                    | INSPECCION A MOTOR DE BOMBA DE PASTA N° 2 DE<br>TINA DE PASTA DEPURADA                | TALLER ELECTRICO             | ANGEL SOTO        | 11/10/18             | 08/06/19               |

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |  |           |                  |   |                           |                |                  |                   |
|---|--|-----------|------------------|---|---------------------------|----------------|------------------|-------------------|
| SECCION   | EQUIPO   | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA  | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE    | ULTIMA EJECUCIÓN | PRÓXIMA EJECUCIÓN |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>AGITADOR DE TINA DE MAQUINA</b>                             | ALTA      | 3                | INSPECCION DEL AGITADOR DE TINA DE MAQUINA  | TALLER MECANICO           | DAVID VIVAS    | 22/08/18         | 20/11/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DEL AGITADOR TINA DE MAQUINA                             | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DEL AGITADOR DE TINA DE MAQUINA                               | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 02/10/18         | 30/05/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>BOMBA DE PASTA Nº 1 TINA DE MAQUINA</b>                     | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE PASTA Nº 1 DE TINA DE MAQUINA                              | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 03/10/18         | 02/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE BOMBA DE PASTA Nº 1 TINA DE MAQUINA                   | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR Nº 1 DE TINA DE MAQUINA                                       | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 11/10/18         | 09/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | BOMBA DE PASTA Nº 2 TINA DE MAQUINA                            | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE PASTA Nº 2 DE TINA DE MAQUINA                              | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 13/10/18         | 12/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE BOMBA DE PASTA Nº 2 TINA DE MAQUINA                   | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE PASTA Nº 2 DE TINA DE MAQUINA                     | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 11/10/18         | 09/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>CAJON DE ALTURA DE CABEZA DE MAQUINA</b>                    | BAJA      | 12               | INSPECCION ESTRUCTURA, TUBERIAS CAJON DE ALTURA CABEZA DE MAQUINA                 | TALLER MECANICO           | JOSÉ CHIPANI   | 04/01/18         | 30/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>FAN PUMP Nº 1</b>   | ALTA      | 2                | INSPECCION DE FAN PUMP Nº 1   | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 15/10/18         | 14/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE FAN PUMP Nº 1   | ALTA      | 6                | INSPECCION DE MOTOR DE LA FAN PUMP Nº 1   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 20/10/18         | 18/04/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | FAN PUMP Nº 2  | ALTA      | 2                | INSPECCION DE FAN PUMP Nº 2   | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 25/10/18         | 24/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE FAN PUMP Nº 2   | ALTA      | 6                | INSPECCION DE MOTOR DE LA FAN PUMP Nº 2   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 11/05/18         | 07/11/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA</b>                        | MEDIA     | 4                | INSPECCION A DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y TERCARIOS  | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 18/10/18         | 15/02/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>BOMBA DE AGUA DE DILUCION DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA</b> | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA DE DILUCION DE DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA               | TALLER MECANICO           | JOSÉ CHIPANI   | 06/10/18         | 04/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR BOMBA AGUA DE DILUCION DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA     | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR BOMBA DE AGUA DE DILUCION DE DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 11/10/18         | 09/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>BOMBA SECUNDARIA DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA</b>          | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA SECUNDARIA DE DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA                | TALLER MECANICO           | JOSÉ CHIPANI   | 07/10/18         | 05/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE BOMBA SECUNDARIA DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA        | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE LA BOMBA SECUNDARIA  | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 02/10/18         | 30/05/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>BOMBA TERCARIA DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA</b>            | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA TERCARIA DE DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA                  | TALLER MECANICO           | JOSÉ CHIPANI   | 08/10/18         | 06/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE BOMBA TERCARIA DEPURADORES BAJA CONSISTENCIA          | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE LA BOMBA TERCARIA  | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 19/10/18         | 16/06/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | <b>SCREEN Nº 1</b>   | ALTA      | 2                | INSPECCION DE SCREEN Nº 1   | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 14/10/18         | 13/12/18          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE SCREEN Nº 1   | ALTA      | 6                | INSPECCION DE MOTOR DEL SCREEN Nº 1   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 20/10/18         | 18/04/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | SCREEN Nº 2  | ALTA      | 3                | INSPECCION DE SCREEN Nº 2   | TALLER MECANICO           | JOSÉ CHIPANI   | 09/10/18         | 07/01/19          |
| 04 CABEZA DE MAQUINA  | MOTOR DE SCREEN Nº 2   | ALTA      | 6                | INSPECCION DE MOTOR DEL SCREEN Nº 2   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO | 25/10/18         | 23/04/19          |

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |   |           |                      |  |                              |                 |                     |                      |
|---|---|-----------|----------------------|--|------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| SECCION   | EQUIPO  | PRIORIDAD | FRECUENCIA<br>( MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA   | ESTACION DE<br>MANTENIMIENTO | RESPONSABLE     | ULTIMA<br>EJECUCIÓN | PRÓXIMA<br>EJECUCIÓN |
| 05 MESA DE FORMACION  | HEAD BOX  | ALTA      | 2                    | INSPECCION ROLLOS PERFORADOS, CHUMACERAS DEL HEAD BOX                              | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 10/10/18            | 09/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE ROLLO PERFORADO N° 1                                 | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR ROLLO PERFORADO N° 1   | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 21/06/18            | 16/02/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE ROLLO PERFORADO N° 2                                 | MEDIA     | 8                    | INSPECCION DE MOTOR ROLLO PERFORADO N° 2   | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 22/07/18            | 19/03/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOREDUCTOR DE MACRO REGULADOR DE LABIO DEL HEAD BOX         | BAJA      | 12                   | INSPECCION DE MOTOREDUCTOR DEL LABIO DEL HEAD BOX                                  | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 23/10/18            | 18/10/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | ROLLO CABECERO  | ALTA      | 2                    | INSPECCION DE ROLLO CABECERO   | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 24/10/18            | 23/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | REDUCTOR DE TRAQUETEODEL ROLLO CABECERO                       | ALTA      | 4                    | INSPECCION DEL REDUCTOR DE TRAQUETEODEL ROLLO CABECERO                             | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 10/07/18            | 07/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE REDUCTOR DE TRAQUETEODEL ROLLO CABECERO              | MEDIA     | 6                    | INSPECCION DE MOTOR DEL REDUCTOR DE TRAQUETEODEL ROLLO CABECERO                    | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 20/10/18            | 18/04/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | REDUCTOR MANUAL DE ROLLO CABECERO                             | MEDIA     | 6                    | INSPECCION DE REDUCTOR MANUAL DE ROLLO CABECERO                                    | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 21/08/18            | 17/02/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | POLINES DE MESA PLANA   | ALTA      | 2                    | INSPECCION CHUMACERAS, SUPERFICIES CAUCHO POLINES MESA PLANA                       | TALLER MECANICO              | CLINTON OLIVERA | 12/10/18            | 11/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | ELECTROBOMBA DE CHORRO CORTADOR N° 1                          | MEDIA     | 4                    | INSPECCION DE ELECTROBOMBA DEL CHORRO CORTADOR N° 1                                | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI    | 23/10/18            | 20/02/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | ELECTROBOMBA DE CHORRO CORTADOR N° 2                          | MEDIA     | 4                    | INSPECCION DE ELECTROBOMBA DEL CHORRO CORTADOR N° 2                                | TALLER MECANICO              | JOSÉ CHIPANI    | 24/10/18            | 21/02/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | ROLLO LUMP BREAKER  | MEDIA     | 4                    | INSPECCION CHUMACERA, SUPERFICIE CAUCHO ROLLO LUMP BREAKER                         | TALLER MECANICO              | HECTOR PORTILLA | 25/07/18            | 22/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | POLIN TEMPLADOR NEUMATICO DE TELA                             | MEDIA     | 4                    | INSPECCION CHUMACERA, SUPERFICIE CAUCHO, DIAFRAGMAS POLIN TEMPLADOR NEUMATICO TELA | TALLER MECANICO              | HECTOR PORTILLA | 26/07/18            | 23/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | GUIADOR NEUMATICO DE TELA                                     | ALTA      | 2                    | INSPECCION DE PALPADOR, FUELLES DE GUIADOR DE TELA                                 | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 21/10/18            | 20/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | ROLLO COUCH   | ALTA      | 2                    | INSPECCION CHUMACERAS, FUGAS DE AIRE, PERNERÍA ROLLO COUCH                         | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 10/10/18            | 09/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | REDUCTOR ROLLO COUCH  | ALTA      | 2                    | INSPECCIONREDUCTOR,POLEASPLANAS, FAJA, CARDANREDUCTOR COUCH                        | TALLER MECANICO              | EBER CCENTE     | 13/10/18            | 12/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | VENTILADOR DE BAJO VACIO TELA                                 | ALTA      | 3                    | INSPECCION (TRANSMISION, VIBRACION, GUARDA)VENTILADOR DE BAJO VACIO TELA           | TALLER MECANICO              | WILFREDO SULCA  | 10/10/18            | 08/01/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE VENTILADOR DE BAJO VACIO TELA                        | ALTA      | 3                    | INSPECCION DE MOTOR VENTILADOR DE BAJO VACIO TELA                                  | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 20/08/18            | 18/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE ACHIQUE DE POZA BAROMETRICA BAJO VACIO TELA          | ALTA      | 3                    | INSPECCION DE BOMBA DE ENVIO DE ALMIDON  | TALLER MECANICO              | LUIS MEJIA      | 17/08/18            | 15/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE VACIO BV1 ALTO VACIO TELA                            | ALTA      | 2                    | INSPECCION DE BOMBA DE VACIO BV1 ALTO VACIO TELA                                   | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 10/10/18            | 09/12/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA BV1 ALTO VACIO TELA                            | ALTA      | 3                    | INSPECCION MOTOR DE BOMBA BV1 ALTO VACIO TELA                                      | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 26/10/18            | 24/01/19             |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE ACHIQUE DE POZA BAROMETRICA ALTO VACIO TELA          | ALTA      | 3                    | INSPECCION DE BOMBADE ACHIQUEDE POZABAROMETRICALTO VACIO TELA                      | TALLER MECANICO              | JAIME HUALLASCO | 06/08/18            | 04/11/18             |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA DE ACHIQUE DE POZA BAROMETRICA ALTO VACIO TELA | MEDIA     | 8                    | INSPECCION MOTOR DE BOMBA DE ACHIQUE DE POZA BAROMETRICA ALTO VACIO TELA           | TALLER ELECTRICO             | RAMÓN HUILLCA   | 02/07/18            | 27/02/19             |

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |   |           |                  |   |                           |                 |                  |                     |
|---|---|-----------|------------------|---|---------------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| SECCION   | EQUIPO  | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA  | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE     | ULTIMA EJECUCIÓN | P RÓX IMA EJECUCIÓN |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE VACIO BV2 ROLLO COUCH                                    | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE VACIO DEL ROLLO COUCH                                    | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 10/10/18         | 09/12/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV2 ROLLO COUCH                           | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA BV2 (ROLLO COUCH)                                  | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 04/10/18         | 02/01/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE ACHIQUE DE SEPARADOR DE VACIO DE BOMBA BV2 (ROLLO COUCH) | MEDIA     | 5                | INSPECCION DE BOMBA DE ACHIQUE DE SEPARADOR DE VACIO DE BOMBA BV2 (ROLLO COUCH) | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 21/10/18         | 20/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA DE ACHIQUE DE SEPARADOR DE VACIO DE BOMBA BV2      | MEDIA     | 8                | INSPECCION MOTOR DE BOMBA DE ACHIQUE DE SEPARADOR DE VACIO DE BOMBA BV2         | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 11/10/18         | 08/06/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | AGITADOR DE POZO COUCH  | ALTA      | 3                | INSPECCION DE CHUMACERAS, POLEAS, FAJA DE AGITADOR POZO COUCH                   | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 12/08/18         | 10/11/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE AGITADOR DE POZO COUCH                                   | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DEL AGITADOR DEL POZO COUCH                                 | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 13/07/18         | 10/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA N° 1 DE POZO COUCH  | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE BOMBA N° 1 DEL POZO COUCH   | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA      | 14/05/18         | 10/11/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA N° 1 POZO COUCH                                    | MEDIA     | 8                | INSPECCION MOTOR DE BOMBA N° 1 POZO COUCH                                       | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 15/07/18         | 12/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA N° 2 DEL POZO COUCH   | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE BOMBA N° 2 POZO COUCH   | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA      | 16/05/18         | 12/11/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA N° 2 POZO COUCH                                    | MEDIA     | 8                | INSPECCION MOTOR DE BOMBA N° 2 POZO COUCH                                       | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 17/07/18         | 14/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE TANQUE SILO BAJO TELA HACIA TINA DE AGUA PULPER          | MEDIA     | 5                | INSPECCION DE BOMBA DE TANQUE SILO BAJO TELA HACIA TINA DE AGUA PULPER          | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 21/10/18         | 20/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA HACIA TINA DE AGUA PULPER                          | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA HACIA TINA DE AGUA PULPER                          | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 19/07/18         | 16/03/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA DE AGUA REGADERAS   | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE BOMBA DE AGUA DE REGADERAS  | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 20/05/18         | 16/11/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA DE AGUA REGADERAS                                  | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA DE REGADERAS                               | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 23/04/18         | 19/12/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA N° 1 DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBAN° 1 DE AGUA DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                       | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 19/10/18         | 18/12/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA N° 1 DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                     | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                  | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 26/05/18         | 21/01/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | BOMBA N° 2 DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE AGUA N° 2 POZO N° 1 (PRODUCCION)                         | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 27/10/18         | 26/12/18            |
| 05 MESA DE FORMACION  | MOTOR DE BOMBA N° 2 DE POZO N° 1 (PRODUCCION)                     | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA DE POZO N° 2 (PRODUCCION)                  | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 26/10/18         | 23/06/19            |
| 05 MESA DE FORMACION  | TABLERO DE MANDO (FRENTE A MESA PLANA )                           | ALTA      | 3                | INSPECCION, AJUSTE Y LIMPEZA A TABLERO DE MANDO (FRENTE A MESA PLANA )          | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 06/10/18         | 04/01/19            |

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |                                     |           |                  |  |                           |                 |                  |                   |
|---|-------------------------------------|-----------|------------------|--|---------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| SECCION   | EQUIPO                              | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA   | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE     | ULTIMA EJECUCIÓN | PRÓXIMA EJECUCIÓN |
| 06 PRENSADO   | <b>1RA PRENSA INF</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO (CHUMACERAS, CUBIERTA, FUELLES) 1RA PRENSA INFERIOR                              | TALLER MECANICO           | JAIME HUALLASCO | 16/10/18         | 15/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 1RA PRENSA INF              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES 1RA PRENSA INF   | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | REDUCTOR 1RA PRENSA INFERIOR        | ALTA      | 2                | INSPECCION DE RODAMIENTOS, ACEITE, CHUMACERAS, FAJA, CARDAN REDUCTOR 1RA PRENSA INFERIOR             | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | <b>BOMBA DE VACIO BV5</b>           | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE VACIO BV5 (1RA PRENSA INF + NIP 1RA PRENSA)                                   | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA  | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV5         | ALTA      | 3                | INSPECCION MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV5 (1RA PRENSA INF + NIP 1RA PRENSA)                             | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 25/10/18         | 23/01/19          |
| 06 PRENSADO   | <b>1RA PRENSA SUP</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO, CAJA DE VACIO, TEMPLADOR DE PAÑO DE 1RA PRENSA SUP                              | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA  | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 1RA PRENSA SUP              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES DE 1RA PRENSA SUP  | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 04/10/18         | 03/12/18          |
| 06 PRENSADO   | <b>BOMBA DE VACIO BV4</b>           | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE VACIO BV4 (1RA PRENSA SUP + 2DA PRENSA SUP)                                   | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV4         | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV4  | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 12/03/18         | 10/06/18          |
| 06 PRENSADO   | <b>2DA PRENSA INF</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO, CAJAS DE VACIO, TEMPLADOR DE PAÑO 2DA PRENSA INF                                | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 2DA PRENSA INF              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES DE 2DA PRENSA INF  | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | REDUCTOR 2DA PRENSA INFERIOR        | ALTA      | 2                | INSPECCION DE RODAMIENTOS, ACEITE, CHUMACERAS, FAJA, CARDAN REDUCTOR 2DA PRENSA INFERIOR             | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | <b>BOMBA DE VACIO BV3</b>           | ALTA      | 2                | INSPECCION DE BOMBA DE VACIO BV3 (2DA PRENSA INF + NIP 2DA PRENSA)+(3RA PRENSA INF + NIP 3RA PRENSA) | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV3         | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE VACIO BV3  | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 03/10/18         | 01/01/19          |
| 06 PRENSADO   | <b>2DA PRENSA SUP</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO, CAJA DE VACIO, TEMPLADOR DE PAÑO 2DA PRENSA SUP                                 | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 2DA PRENSA SUP              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES DE 2DA PRENSA SUP  | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | GUIADOR DE PAÑO 2DA PRENSA SUPERIOR | ALTA      | 3                | INSPECCION DE PALPADOR, FUELLES, ACCIONAMIENTO MECANICO DE GUIADOR DE PAÑO 2DA PRENSA SUPERIOR       | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 26/10/18         | 24/01/19          |
| 06 PRENSADO   | <b>3RA PRENSA INF</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO, CAJAS DE VACIO, TEMPLADOR DE PAÑO DE 3RA PRENSA INF                             | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 3RA PRENSA INF              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES 3RA PRENSA INF   | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 20/10/18         | 19/12/18          |
| 06 PRENSADO   | REDUCTOR 3RA PRENSA INFERIOR        | ALTA      | 2                | INSPECCION DE RODAMIENTOS, ACEITE, CARDAN REDUCTOR 3RA PRENSA INFERIOR                               | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 11/12/18          |
| 06 PRENSADO   | <b>3RA PRENSA SUP</b>               | ALTA      | 2                | INSPECCION DE ROLLO, CAJA DE VACIO, TEMPLADOR DE PAÑO 3RA PRENSA SUP                                 | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA  | 21/10/18         | 20/12/18          |
| 06 PRENSADO   | POLINES 3RA PRENSA SUP              | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLINES 3RA PRENSA INF   | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA  | 15/10/18         | 14/12/18          |

|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |   |           |                  |   |                           |                 |                  |                   |
|---|---|-----------|------------------|---|---------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| SECCION   | EQUIPO  | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA  | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE     | ULTIMA EJECUCIÓN | PRÓXIMA EJECUCIÓN |
| 07 SECADO   | <b>1ER GRUPO DE SECADORES - VAPOR</b>             | ALTA      | 1                | INSPECCION DE JUNTAS ROTATIVAS, MANGUERAS, VALVULAS, VISORES, TK FLASH N° 3, 1ER GRUPO                      | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 07/10/18         | 06/11/18          |
| 07 SECADO   | 1ER GRUPO DE SECADORES - POLINES                  | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE POLINES, RODAMIENTOS, TEMPLADOR 1ER GRUPO SECADORES - POLINES                                 | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 16/07/18         | 13/11/18          |
| 07 SECADO   | 1ER GRUPO SECADORES - CILINDROS                   | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE CHUMACERAS, TAPAS, ENGRANAJES, RASPAS 1ER GRUPO SECADORES - CILINDROS                         | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 16/07/18         | 13/11/18          |
| 07 SECADO   | REDUCTOR 1ER GRUPO DE SECADORES                   | ALTA      | 3                | INSPECCION DE RODAMIENTOS, ACEITE, FAJA, CARDAN, REDUCTOR 1ER GRUPO DE SECADORES                            | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE     | 28/08/18         | 26/11/18          |
| 07 SECADO   | TABLERO NEUMATICO                                 | ALTA      | 4                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE TABLERO NEUMATICO DEL 1ER GRUPO DE SECADORES                              | TALLER ELECTRICO          | ANGEL SOTO      | 19/08/18         | 17/12/18          |
| 07 SECADO   | <b>2DO GRUPO DE SECADORES - VAPOR</b>             | ALTA      | 1                | INSPECCION DE JUNTAS ROTATIVAS, MANGUERAS, VALVULAS, VISORES, TK FLASH N° 2, 2DO GRUPO                      | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 07/10/18         | 06/11/18          |
| 07 SECADO   | 2DO GRUPO DE SECADORES - POLINES                  | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE POLINES, RODAMIENTOS, TEMPLADOR 2DO GRUPO SECADORES - 2DO GRUPO SECADORES                     | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 25/10/18         | 22/02/19          |
| 07 SECADO   | 2DO GRUPO SECADORES - CILINDROS                   | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE CHUMACERAS, TAPAS, ENGRANAJES, RASPAS DE 2DO GRUPO SECADORES                                  | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 25/10/18         | 22/02/19          |
| 07 SECADO   | REDUCTOR 2DO GRUPO DE SECADORES                   | ALTA      | 3                | INSPECCION DE CHUMACERAS, FAJA, CARDAN REDUCTOR 2DO GRUPO DE SECADORES                                      | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 10/01/19          |
| 07 SECADO   | TABLERO NEUMATICO                                 | ALTA      | 4                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE TABLERO NEUMATICO 2DO GRUPO DE SECADORES                                  | TALLER ELECTRICO          | RAMÓN HUILLCA   | 11/10/18         | 08/02/19          |
| 07 SECADO   | <b>3ER GRUPO DE SECADORES - VAPOR</b>             | ALTA      | 1                | INSPECCION DE JUNTAS ROTATIVAS, MANGUERAS, VALVULAS, VISORES, TK FLASH N° 1A - N° 1B, 3ER GRUPO             | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 16/10/18         | 15/11/18          |
| 07 SECADO   | 3ER GRUPO DE SECADORES - POLINES                  | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE POLINES, RODAMIENTOS, TEMPLADOR 3ER GRUPO SECADORES - POLINES                                 | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 16/07/18         | 13/11/18          |
| 07 SECADO   | 3ER GRUPO SECADORES - CILINDROS                   | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE CHUMACERAS, TAPAS, ENGRANAJES, RASPAS 3ER GRUPO SECADORES - CILINDROS                         | TALLER MECANICO           | VIDAL ORTEGA    | 16/07/18         | 13/11/18          |
| 07 SECADO   | REDUCTOR 3ER GRUPO DE SECADORES                   | ALTA      | 3                | INSPECCION DE CHUMACERAS, FAJA, CARDAN REDUCTOR 3ER GRUPO DE SECADORES                                      | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE     | 04/08/18         | 02/11/18          |
| 07 SECADO   | TABLERO NEUMATICO DEL 3ER GRUPO DE SECADORES      | ALTA      | 4                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE TABLERO NEUMATICO 3ER GRUPO DE SECADORES                                  | TALLER ELECTRICO          | ANGEL SOTO      | 12/08/18         | 10/12/18          |
| 07 SECADO   | TABLERO NEUMATICO N° 1                            | ALTA      | 4                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE TABLERO NEUMATICO N° 1 DEL 3ER. GRUPO DE SECADORES                        | TALLER ELECTRICO          | ANGEL SOTO      | 17/08/18         | 15/12/18          |
| 07 SECADO   | TABLERO DE CONTROL DE VAPOR                       | ALTA      | 4                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE TABLERO DE CONTROL DE VAPOR (FRENTE AL REDUCTOR DEL 3ER. GRUPO SECADORES) | TALLER ELECTRICO          | ANGEL SOTO      | 20/08/18         | 18/12/18          |
| 07 SECADO   | <b>BOMBA DE ACEITE N° 1 LUBRICACION SECADORES</b> | ALTA      | 2                | INSPECCION DE LA UNIDAD DE LUBRICACION DE SECADORES   | TALLER MECANICO           | CLINTON OLIVERA | 13/10/18         | 12/12/18          |
| 07 SECADO   | MOTOR BOMBA DE ACEITE N° 1 LUBRICACION SECADORES  | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE BOMBA DE ACEITE DE TANQUE PRINCIPAL   | TALLER MECANICO           | ANGEL SOTO      | 13/08/18         | 10/04/19          |


|  <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b> |   |           |                  |  |                           |                 |                  |                   |
|---|---|-----------|------------------|--|---------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| SECCION   | EQUIPO  | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA   | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE     | ULTIMA EJECUCIÓN | PRÓXIMA EJECUCIÓN |
| 09 SIZE PRESS   | <b>ROLLO SIZE PRESS CONDUCTOR</b>                 | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE CHUMACERA, SUPERFICIE DE CAUCHO DE ROLLO SIZE PRESS CONDUCTOR                      | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 17/07/18         | 14/11/18          |
| 09 SIZE PRESS   | ROLLO SIZE PRESS CONDUCTO                         | MEDIA     | 4                | INSPECCION DE CHUMACERA, SUPERFICIE DE CAUCHO DE ROLLO SIZE PRESS CONDUCTO                       | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 17/07/18         | 14/11/18          |
| 09 SIZE PRESS   | REDUCTOR SIZE PRESS                               | ALTA      | 3                | INSPECCION DE REDUCTOR, ACEITE, EMBRAGUE NEUMATICO SIZE PRESS                                    | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE     | 12/08/18         | 10/11/18          |
| 09 SIZE PRESS   | TABLERO ELECTRONEUMATICO SIZE PRESS               | ALTA      | 3                | INSPECCION TABLERO ELECTRONEUMATICO SIZE PRESS   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 26/10/18         | 24/01/19          |
| 09 SIZE PRESS   | <b>BOMBA DE PREPARACION DE ALMIDON SIZE PRESS</b> | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA DE ENVIO DE ALMIDON AL SIZE PRESS  | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA      | 23/08/18         | 21/11/18          |
| 09 SIZE PRESS   | MOTOR BOMBA DE PREPARACION DE ALMIDON SIZE PRESS  | BAJA      | 18               | INSPECCION DE MOTOR DE BOMBA DE ENVIO DE ALMIDON AL SIZE PRESS                                   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 16/09/17         | 10/03/19          |
| 09 SIZE PRESS   | BOMBA DE TRASVASE DE ALMIDON SIZE PRESS           | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA DE TRASVASE DE ALMIDON SIZE PRESS  | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA      | 06/10/18         | 04/01/19          |
| 10 BOBINADO   | <b>TAMBOR POPE</b>                                | MEDIA     | 4                | INSPECCION CHUMACERAS, POLIN ABRIDOR, RASPA, ESTRUCTURA POPE                                     | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 15/10/18         | 12/02/19          |
| 10 BOBINADO   | REDUCTOR POPE                                     | ALTA      | 2                | INSPECCION DE RODAMIENTOS, FAJAS, ACEITE, CARDAN DE REDUCTOR POPE                                | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 17/10/18         | 16/12/18          |
| 10 BOBINADO   | MOTOR DE REDUCTOR POPE                            | ALTA      | 2                | INSPECCION DE MOTOR Y VARIADOR DE VELOCIDAD DEL REDUCTOR POPE                                    | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 29/10/18         | 28/12/18          |
| 10 BOBINADO   | REDUCTOR PARA CAMBIO DE EJE DE BOBINA POPE        | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE REDUCTOR PARA CAMBIO DE EJE DE BOBINA  | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 17/10/18         | 15/04/19          |
| 10 BOBINADO   | TABLERO DE MANDO NEUMATICO PARA POPE              | ALTA      | 3                | INSPECCION, AJUSTE Y LIMPIEZA DEL TABLERO DE MANDO NEUMATICO PARA POPE                           | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 29/10/18         | 27/01/19          |
| 10 BOBINADO   | <b>POLIPASTO POPE</b>                             | ALTA      | 3                | INSPECCION DE POLEAS, CABLES, RUEDAS DE AVANCE POLIPASTO POPE                                    | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 10/01/19          |
| 10 BOBINADO   | TABLERO ELECTRICO DE POLIPASTO POPE               | ALTA      | 3                | INSPECCION DE TABLERO ELECTRICO POLIPASTO POPE   | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 29/10/18         | 27/01/19          |
| 11 TRANSMISION  | ARBOL DE TRANSMISION - CHUMACERAS                 | ALTA      | 2                | INSPECCION DE CHUMACERAS (VIBRACION / TEMPERATURA) DE ARBOL TRANSMISION MAQUINA                  | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 17/10/18         | 16/12/18          |
| 11 TRANSMISION  | ARBOL DE TRANSMISION - COPLES                     | MEDIA     | 3                | INSPECCION DE COPLES ARBOL TRANSMISION MAQUINA PAPELERA  | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 12/10/18         | 10/01/19          |
| 11 TRANSMISION  | ARBOL DE TRANSMISION - FAJAS                      | ALTA      | 2                | INSPECCION DE POLEAS Y FAJAS ARBOL DE TRANSMISION MAQUINA PAPELERA / REVISAR SI HAY FAJAS BACKUP | TALLER MECANICO           | HECTOR PORTILLA | 25/10/18         | 24/12/18          |
| 11 TRANSMISION  | MOTOR PRINCIPAL DE ARBOL DE TRANSMISION           | ALTA      | 3                | INSPECCION DE MOTOR, FAJAS MOTOR PRINCIPAL ARBOL DE TRANSMISION                                  | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 29/10/18         | 27/01/19          |
| 11 TRANSMISION  | VARIADOR DE MOTOR PRINCIPAL ARBOL DE TRANSMISION  | ALTA      | 3                | INSPECCION, AJUSTES, LIMPIEZA DE VARIADOR DE MOTOR PRINCIPAL Nº 1 ARBOL DE TRANSMISION           | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 30/10/18         | 28/01/19          |
| 11 TRANSMISION  | CUARTO DE FUERZA DE MAQUINA PAPELERA              | ALTA      | 2                | INSPECCION, AJUSTES Y LIMPIEZA DE CUARTO DE FUERZA DE MAQUINA PAPELERA                           | TALLER ELECTRICO          | CARLOS SALCEDO  | 29/10/18         | 28/12/18          |




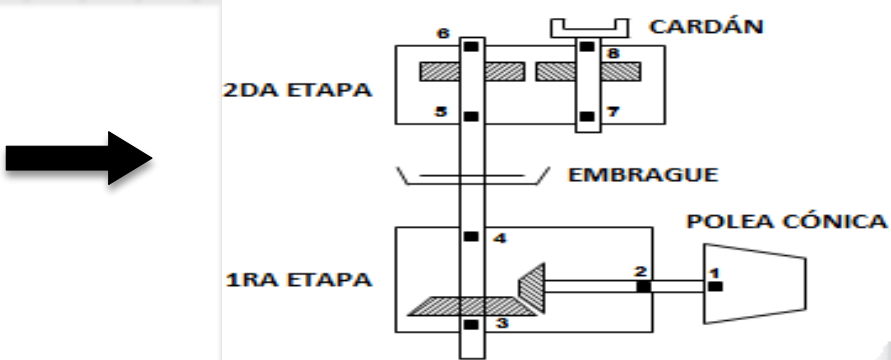
|  | <b>PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2018</b>   |           |                  |  |                           |                |                 |                  |
|---|---|-----------|------------------|--|---------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| SECCION   | EQUIPO  | PRIORIDAD | FRECUENCIA (MES) | DESCRIPCIÓN DE TAREA   | ESTACION DE MANTENIMIENTO | RESPONSABLE    | ULTIMA EJECCIÓN | PRÓXIMA EJECCIÓN |
| 12 REBOBINADO   | REBOBINADORA BELOIT N° 1                          | ALTA      | 2                | INSPECCION ROLLOS CAMA, POLINES, SOPORTES CUCHILLAS Y CONTRACUCHILLAS REBOBINADORA BELOIT  | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA     | 17/10/18        | 16/12/18         |
| 12 REBOBINADO   | MOTOR REBOBINADORA BELOIT N° 1                    | ALTA      | 3                | INSPECCION MOTOR REBOBINADORA BELOIT N° 1  | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 20/08/18        | 18/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | MESA DE DESCARGA REBOBINADORA BELOIT N° 1         | MEDIA     | 5                | INSPECCION GENERAL DE MESA HIDRAULICA DE SALIDA DE REBOBINADORA BELOIT N° 1                | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA | 17/07/18        | 14/12/18         |
| 12 REBOBINADO   | EXTRACTOR DE REFILE DE REBOBINADORA               | MEDIA     | 5                | REVISIÓN GENERAL DE COMPONENTES DEL EXTRACTOR DE REFILE DE REBOBINADORA BELOIT N° 1        | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA | 23/07/18        | 20/12/18         |
| 12 REBOBINADO   | MOTOREDUCTOR ALINEADOR DE BOBINA LT DE            | MEDIA     | 6                | INSPECCION DE MOTOREDUCTOR ALINEADOR DE BOBINA LT REBOBINADORA BELOIT N° 1                 | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 24/10/18        | 22/04/19         |
| 12 REBOBINADO   | BOMBA DE RETORNO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE FRENO | ALTA      | 3                | INSPECCION GENERAL DE BOMBA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE TAMBOR DE FRENADO - BELOIT N°1      | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA | 03/08/18        | 01/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | REBOBINADORA BELOIT N° 2                          | ALTA      | 2                | INSPECCION ROLLOS CAMA, POLINES, SOPORTES CUCHILLAS Y CONTRACUCHILLAS, FUELLES DE FRENO DE | TALLER MECANICO           | LUIS MEJIA     | 05/10/18        | 04/12/18         |
| 12 REBOBINADO   | MOTOR REBOBINADORA BELOIT N° 2                    | ALTA      | 3                | INSPECCION MOTOR REBOBINADORA BELOIT N° 2  | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 24/10/18        | 22/01/19         |
| 12 REBOBINADO   | REDUCTOR CAMA N° 1 REBOBINADORA BELOIT N° 2       | ALTA      | 4                | INSPECCION CHUMACERAS, COPLES, REDUCTOR CAMA N° 1 REBOBINADORA BELOIT N° 2                 | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 07/07/18        | 04/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | FRENO DE REBOBINADORA BELOIT N° 2                 | ALTA      | 2                | INSPECCION DE DIAFRAGMAS, ZAPATAS FRENO REBOBINADORA BELOIT N° 2                           | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 08/10/18        | 07/12/18         |
| 12 REBOBINADO   | MESA DE DESCARGA REBOBINADORA BELOIT N° 2         | ALTA      | 3                | INSPECCION DE UÑAS, MANGUERAS HIDRAULICAS MESA DESCARGA REBOBINADORA BELOIT N° 2           | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 08/10/18        | 06/01/19         |
| 12 REBOBINADO   | UNIDAD HIDRAULICA DE REBOBINADORA BELOIT N° 2     | ALTA      | 3                | INSPECCION UNIDAD, MOTOR DE BOMBA HIDRAULICA DE LA REBOBINADORA BELOIT N° 2                | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 05/08/18        | 03/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | BOMBA DE RETORNO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE FRENO | ALTA      | 3                | INSPECCION DE BOMBA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE TAMBOR DE FRENADO - BELOIT N° 2             | TALLER MECANICO           | WILFREDO SULCA | 06/08/18        | 04/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | EXTRACTOR DE REFILE DE                            | MEDIA     | 3                | REVISIÓN DE COMPONENTES DEL EXTRACTOR DE REFILE DE REBOBINADORA BELOIT N° 2                | TALLER MECANICO           | EBER CCENTE    | 08/10/18        | 06/01/19         |
| 12 REBOBINADO   | MOTOR DEL EXTRACTOR DE REFILE                     | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR DEL EXTRACTOR DE REFILE DE REBOBINADORA BELOIT N° 2                    | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 04/07/18        | 01/03/19         |
| 12 REBOBINADO   | TABLERO PRINCIPAL                                 | ALTA      | 3                | INSPECCION DE TABLERO PRINCIPAL DE REBOBINADORA BELOIT N° 2                                | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 04/08/18        | 02/11/18         |
| 12 REBOBINADO   | CORTADOR DE TUCOS                                 | MEDIA     | 5                | INSPECCION SUFRIDERAS, ESTRUCTURAS, TRANSMISION CORTADOR DE TUCOS                          | TALLER MECANICO           | LUIS CAMA      | 04/10/18        | 03/03/19         |
| 12 REBOBINADO   | MOTOR DE CORTADOR DE TUCOS                        | MEDIA     | 8                | INSPECCION DE MOTOR CORTADOR DE TUCOS  | TALLERELECTRICO           | RAMÓN HUILLCA  | 04/08/18        | 01/04/19         |




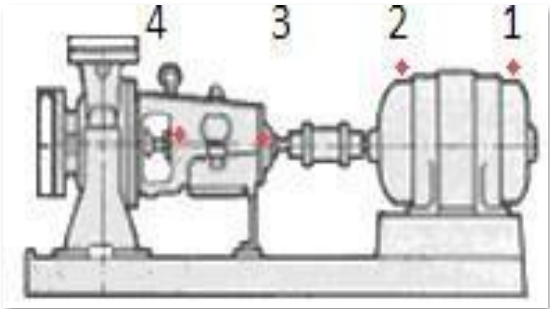
## Anexo 12: Formatos de lubricación y monitoreo de equipos

|  |                  |                         | MONITOREO Y ANÁLISIS DE EQUIPOS    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|---|------------------|-------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-------------|---|---|---|---------------|--|
| SECCIÓN: PRENSADO   |                  |                         | RESPONSABLE: C                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| SEGUNDA PRENSA  |                  |                         | VIBRACIÓN (mm/s) (rango 4.5 – 7.1) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | TEMPERATURA MAX. 70°C |   |   |   | LUBRICACIÓN |   |   |   | OBSERVACIONES |  |
|   |                  |                         | 1                                  |   |   | 2 |   |   | 3 |   |   | 4 |   |   | 1                     | 2 | 3 | 4 | 1           | 2 | 3 | 4 |               |  |
|   | POLIN            | DESIGNACIÓN             | V                                  | H | A | V | H | A | V | H | A | V | H | A | 1                     | 2 | 3 | 4 | 1           | 2 | 3 | 4 |               |  |
| I<br>N<br>F<br>E<br>R<br>I<br>O<br>R  | LADO MANDO       | 1 ROLLO PRENSA INFERIOR |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 2 POLIN PRE GUIADOR     |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 3 POLIN GUIADOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 4 POLIN POST GUIADOR    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 5 POLIN TEMPLADOR       |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 6 POLIN POST TEMPLADOR  |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 7 POLIN ABRIDOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 8 POLIN DE RETORNO      |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   | LADO TRANSMISIÓN | 1 ROLLO PRENSA INFERIOR |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 2 POLIN PRE GUIADOR     |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 3 POLIN GUIADOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 4 POLIN POST GUIADOR    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 5 POLIN TEMPLADOR       |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 6 POLIN POST TEMPLADOR  |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 7 POLIN ABRIDOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 8 POLIN DE RETORNO      |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| S<br>U<br>P<br>E<br>R<br>I<br>O<br>R  | LADO MANDO       | 1 ROLLO PRENSA SUPERIOR |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 2 POLIN PRE GUIADOR     |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 3 POLIN GUIADOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 4 POLIN POST GUIADOR    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 5 POLIN TEMPLADOR       |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 6 POLIN POST TEMPLADOR  |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 7 POLIN ABRIDOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 8 POLIN DE RETORNO      |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   | LADO TRANSMISIÓN | 1 ROLLO PRENSA SUPERIOR |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 2 POLIN PRE GUIADOR     |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 3 POLIN GUIADOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 4 POLIN POST GUIADOR    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 5 POLIN TEMPLADOR       |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 6 POLIN POST TEMPLADOR  |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 7 POLIN ABRIDOR         |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|   |                  | 8 POLIN DE RETORNO      |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                       |   |   |   |             |   |   |   |               |  |

Fuente: elaboración propia

|   |      | MONITOREO DE EQUIPOS |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|--|------|----------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|------------|---|---|---|------------------|---------------|
| SECCIÓN:<br>MESA DE FORMACIÓN  |      | MONITOREO DE EQUIPOS |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  |      | RESPONSABLE:         |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| NOMBRE DEL EQUIPO: REDUCTOR COUCH  |      |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| ITEM DE MANTENIMIENTO: PR1MP3MF1RH1RM1   |      |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE LUBRICACIÓN  |      |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div> |      |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| Nº   | Pos. | VIBRACIÓN (mm/s)     |   |   |   | TEMPERATURA (°C) |   |   |   | INSPECCIÓN |   |   |   | Velocidad<br>RPM | OBSERVACIONES |
|  |      | SEMANA               |   |   |   | SEMANA           |   |   |   | SEMANA     |   |   |   |                  |               |
|  |      | 1                    | 2 | 3 | 4 | 1                | 2 | 3 | 4 | 1          | 2 | 3 | 4 |                  |               |
| 1  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 2  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 3  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 4  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 5  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 6  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 7  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
| 8  | V    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | H    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |
|  | A    |                      |   |   |   |                  |   |   |   |            |   |   |   |                  |               |

Fuente: elaboración propia

|   |      | <b>MONITOREO DE EQUIPOS - INSPECCIÓN</b> |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|--|------|--|---|---|---|------------------|---|---|---|-------------|---|---|---|---------------|--|
| RESPONSABLE:   |      |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| NOMBRE DEL EQUIPO :  |      | BOMBA DE PASTA Y MOTOR                   |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| SECCION:   |      | MOLIENDA - PULPER N° 1                   |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PUNTO  |      |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  |      |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| N°   | Pos. | VIBRACION RMS (mm/s)                     |   |   |   | TEMPERATURA (°C) |   |   |   | LUBRICACIÓN |   |   |   | OBSERVACIONES |  |
|  |      | PUNTOS                                   |   |   |   | PUNTOS           |   |   |   | PUNTOS      |   |   |   |               |  |
|  |      | 1  | 2 | 3 | 4 | 1                | 2 | 3 | 4 | 1           | 2 | 3 | 4 |               |  |
| SEMANA<br>FECHA:   | 1    | V  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | H    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | A    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| SEMANA<br>FECHA:   | 2    | V  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | H    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | A    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| SEMANA<br>FECHA:   | 3    | V  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | H    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | A    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
| SEMANA<br>FECHA:   | 4    | V  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | H    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |
|  | A    |  |   |   |   |                  |   |   |   |             |   |   |   |               |  |

Fuente: elaboración propia

Anexo 13: Hoja de información del RCM

|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |
|-------------------------|--|------------------|--|----------------|--|-------------------|--|
| HOJA DE INFORMACIÓN RCM |  | AREA O SECCIÓN   |  |                |  |                   |  |
|                         |  | MÁQUINA O EQUIPO |  |                |  |                   |  |
| FECHA:                  |  | COMPONENTE       |  |                |  |                   |  |
| FUNCIÓN                 |  | FALLA FUNCIONAL  |  | MODO DE AVERIA |  | EFECTOS DE AVERIA |  |
|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |
|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |
|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |
|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |
|                         |  |                  |  |                |  |                   |  |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 14: Acta de aprobación de originalidad de Tesis

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b> | Código : F06-PP-PR-02.02 |
|   |  | Versión : 09             |
|   |  | Fecha : 23-03-2018       |
|   |  | Página : 1 de 1          |

Yo, **Mg. Malca Hernández, Alexander David**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo **Sede Ate** revisor (a) de la tesis titulada

**"APLICACIÓN DEL RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A, CHACLACAYO, 2018"**, del estudiante **Nick Jimmy Prado Machacuay**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **27%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha... Ate, Diciembre 21, 2018

  
Firma Mg. A. Malca H.  
Nombres y apellidos del (de la) docente  
DNI: 09678936



|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

## Anexo 15: Turnitin

feedback studio

RCM

/0

<

>

?

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del RCM para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del papel S.A. Chacabayo, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

Piñero Machacay, Nick Jimmy

ASesor

Mg. Mateo Hernández, Alexander David

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistema de gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ

Año 2018

Resumen de coincidencias

27 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

|   |                           |      |
|---|---------------------------|------|
| 1 | Entregado a Universida... | 10 % |
| 2 | repositorioacademico...   | 3 %  |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe    | 2 %  |
| 4 | cybertesis.uni.edu.pe     | 2 %  |
| 5 | ibing.us.es               | 1 %  |
| 6 | dspace.untr.edu.pe        | <1 % |
| 7 | www.sca.com               | <1 % |
| 8 | www.industriasdelpape...  | <1 % |

## Anexo 16: Acta de aprobación de tesis

|  |                                       |  |
|--|---------------------------------------|--|
|  <b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD<br>CÉSAR VALLEJO | <b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b> | Código : F07-PP-PR-02.02<br>Versión : 09-<br>Fecha : 23-03-2018<br>Página : 1 de 1 |
|--|---------------------------------------|--|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por **PRADO MACHACUAY, NICK JIMY**, cuyo título es:

**APLICACIÓN DEL RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A, CHACLACAYO – 2018.**

Reunidos en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13..... (número)  
TRECE.....(letras).

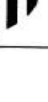
Lima, 07 de Diciembre del 2018

  
Mg. VIDAL RISCHMOLLER  
JULIO CÉSAR  
PRESIDENTE

  
Mg. MALCA HERNÁNDEZ,  
ALEXANDER  
SECRETARIO

  
Mg. ALMONTE UCAÑÁN,  
HERNÁN  
VOCAL

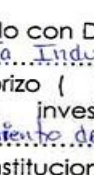
## Anexo 17: Autorización de publicación de Tesis

|   |  |   |
|---|--|---|
| <br><b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD<br>CÉSAR VALLEJO | <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS<br/>EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b> | Código : F08-PP-PR-02.02<br>Versión : 09<br>Fecha : 23-03-2018<br>Página : 1 de 1 |
|---|--|---|

Yo Nick Jimmy Prado Machacasy, identificado con DNI N° 46303206, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (☒) , No autorizo (☐) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación del RCM para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del Papel S.A. Shalawayo, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....


---

FIRMA

DNI: 46303206

FECHA: 21 de Diciembre del 2018.

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



## Anexo 18: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:  
Programa de estudios de Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:  
Nick Jimmy Prado Machacuay

TÍTULO DE LA TESIS:  
APLICACIÓN DEL RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A, CHACLACAYO, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:  
Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 07 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: 13



  
Carlos Francisco Albornoz Jimenez